



TESIS - PM 147501

**PERANCANGAN PERBAIKAN PROSES PRODUKSI
BODI MOBIL DAIHATSU XENIA
DENGAN LEAN MANUFACTURING
DI PT. INTI PANTJA PRESS INDUSTRI**

SATRIA KHALIF ISNAIN
9114201406

DOSEN PEMBIMBING
Putu Dana Karningsih, S.T, M.Eng.Sc, Ph.D

**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



THESIS - PM 147501

**IMPROVEMENT OF DAIHATSU XENIA
CAR PRODUCTION PROCESS
USING LEAN MANUFACTURING
IN PT. INTI PANTJA PRESS INDUSTRI**

**SATRIA KHALIF ISNAIN
9114201406**

**SUPERVISOR
Putu Dana Karningsih, S.T, M.Eng.Sc, Ph.D**

**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

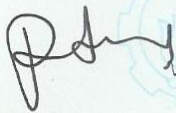
LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
Di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
SATRIA KHALIF ISNAIN
NRP. 9114201406

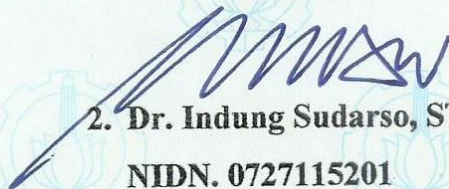
Tanggal ujian : 3 Januari 2017
Periode wisuda : Maret 2017

Disetujui oleh:



1. Putu Dana Karningsih, ST, M.Eng.Sc, Ph.D
NIP. 197405081999032001

(Pembimbing)



2. Dr. Indung Sudarso, ST, MT
NIDN. 0727115201

(Penguji)



3. Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc, Ph.D, IPU
NIP. 1959171987031002

(Penguji)



Prof. Dr. Ir. Tri Widyajaya, M.Eng.
NIP. 19811021198603 1 001

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196012021987011001

PERANCANGAN PERBAIKAN PROSES PRODUKSI KOMPONEN BODI MOBIL DAIHATSU XENIA DENGAN LEAN MANUFACTURING DI PT. INTI PANTJA PRESS INDUSTRI

Nama : Satria Khalif Isnain

Pembimbing : Putu Dana Karningsih S.T, M.Eng.Sc, Ph.D

ABSTRAK

PT. Inti Pantja Press Industri merupakan produsen komponen-komponen bodi mobil Daihatsu merk Xenia, Terios, Ayla, Sirion dan Siga berlokasi di Bekasi. Industri otomotif memiliki potensi bisnis yang positif karena permintaan mobil yang terus bertambah setiap waktu. Namun, agar dapat memenangkan kompetisi bisnis yang saat ini semakin berat, maka PT IPPI harus dapat menjalankan produksi secara lebih efisien. Hasil observasi awal pada proses produksi Daihatsu Xenia terindikasi beberapa masalah yang terkait dengan adanya pemborosan (*waste*) misalnya *bottleneck* dan cacat. Berdasarkan permasalahan yang terjadi, pendekatan *lean manufacturing* dipergunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Pertama-tama Pemborosan diidentifikasi dengan *Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping*. Kemudian *Borda Count Method* dipergunakan untuk menentukan pemborosan (*waste*) kritis pada rantai produksi yang hasilnya yaitu *waste waiting*, *defects* dan *overproduction* yang menyebabkan terjadinya *over inventory finish part*. Metode *5Whys* kemudian dipergunakan untuk mencari akar penyebab pemborosan (*waste*). Berdasarkan *Failure Mode and Effect Analysis* diketahui akar penyebab *waste* tertinggi adalah operator tidak membersihkan *dies* sebelum proses *press*, *lifetime* komponen yang telah habis namun tidak diganti dan karat pada produk *finish part*. Rekomendasi perbaikan yang dapat diusulkan yaitu penerapan metode *Poka Yoke* dengan instalasi sensor dan peralatan di mesin *press* dan pemasangan *wrapping* pada *pallet* produk *finish part*. Dengan analisa *Net Present Value* menunjukkan bahwa kedua usulan rekomendasi perbaikan layak untuk dilakukan oleh perusahaan.

Kata kunci : *lean manufacturing, value stream mapping, process activity mapping, root cause analysis, failure mode and effect analysis, poka yoke*

Halaman ini sengaja dikosongkan

IMPROVEMENT OF DAIHATSU XENIA CAR BODY PRODUCTION PROCESS USING LEAN MANUFACTURING IN PT. INTI PANTJA PRESS INDUSTRI

Name : Satria Khalif Isnain

Supervisor : Putu Dana Karningsih S.T, M.Eng.Sc, Ph.D

ABSTRACT

PT. Inti Pantja Press Industri, which is located in Bekasi, is an automotive body parts and components manufacturer of Xenia, Terios, Ayla, Sirion, and Siegra that supplies to Astra Daihatsu Motor Company. Potential market for automotive is continuously growing which is positive signal for automotive businesses. However nowadays competition is also getting stronger. Therefore PT Inti Pantja Press Industri should efficiently manage their production. One way is by reducing and eliminating waste in its production. Production process in PT. Inti Pantja Press Industri is still having several problems. Based on early observation there are bottleneck in subassy processes and also defective product. Referring to these problems, it can be indicated that there are several waste in production process of PT. Inti Pantja Press Industri. Therefore, Lean Manufacturing approach is utilized to reduce or eliminate waste in production processes. First, various waste are identified using Value Stream Mapping and Process Activity Mapping. Borda Count Method is used for determining critical waste that occur, they are as follow: waste waiting, defect, and overproduction that cause over inventory finish product. Then, 5Whys Analysis specifies root causes of waste waiting and waste defect. By using Failure Mode and Effect Analysis, highest priority of root causes can be selected, which are operator do not clean dies before press process, operator do not replace components that has already over its lifetime (wear) and rust on finish product part. Recommendations for improvements are conducted by implementating Poka Yoke method, they are: installation of sensors and equipment in Press machines and wrapping finish part product. Finally, Net Present Value analysis is conducted to ensure that recommendations are feasible.

Keywords : *lean manufacturing, value stream mapping, process activity mapping, root cause analysis, failure mode and effect analysis, poka yoke*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR
Bismillahirrahmanirrahiim.

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa shalawat serta salam akan selalu tercurahkan bagi Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tesis dengan judul:

“PERANCANGAN PERBAIKAN PROSES PRODUKSI BODI MOBIL DAIHATSU XENIA DENGAN LEAN MANUFACTURING DI PT. INTI PANTJA PRESS INDUSTRI”.

Selesainya laporan penelitian ini tidak terlepas dari peran serta dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Putu Dana Karningsih, ST, M.Eng.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing di Magister Manajemen Teknologi (MMT) ITS.
2. Bapak Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc, Ph.D, IPU dan Bapak Dr. Indung Sudarso, ST, MT selaku dosen penguji tesis.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono. M.eng. Sc., selaku ketua program studi MMT ITS.
4. Seluruh Dosen MMT ITS yang telah memberikan banyak ilmu, serta segenap karyawan MMT ITS.
5. Ibu, Ayah, serta Kakak yang selalu memberikan dukungan, nasehat dan kasih sayang yang tidak akan pernah bisa digantikan dengan apa pun.
6. Pihak PT. Inti Pantja Press Industri Bekasi, khususnya Bapak Erlan Krisnaring Cahyono dan Bapak I Wayan Gunadha yang telah membantu dalam proses pengarahan untuk penelitian ini.
7. Rekan-rekan Manajemen Industri MMT ITS Angkatan 2014 (Semester Genap).

Penulis berharap semoga laporan penelitian ini bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan bagi pembaca. Penulis mengharapkan saran dan kritik untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Surabaya, 24 Desember 2016

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	8
1.5.1 Batasan Masalah	8
1.5.2 Asumsi.....	8
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Lean Manufacturing	11
2.2 Pemborosan (<i>Waste</i>).....	12
2.3 Identifikasi Aktivitas Nilai (<i>Value</i>).....	14
2.4 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	15
2.5 <i>Value Stream Mapping Tools</i> (VALSAT)	15
2.6 <i>Borda Count Method</i> (BCM).....	17
2.7 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	18
2.7.1 <i>5-whys</i>	19
2.8 <i>Failure Mode and Analysis Effect</i> (FMEA)	20
2.9 Proses Produksi <i>Stamping</i> Bodi Mobil	25
2.9.1 Mesin <i>Stamping/Press</i>	25
2.9.2 Proses <i>Stamping</i>	26
2.9.3 Perhitungan Kekuatan Mesin <i>Press</i>	27
2.9.4 Perhitungan Kapasitas Produksi Mesin <i>Press</i>	28
2.10 <i>Poka Yoke</i>	28
2.11 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	30

2.12	Penelitian Terdahulu.....	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Studi Pustaka.....	33
3.2	Observasi Lapangan	33
3.3	Identifikasi Masalah.....	33
3.4	Pengumpulan dan Pengolahan Data	34
3.5	Analisa dan Penentuan Usulan Rekomendasi Perbaikan.....	35
3.6	Kesimpulan dan Saran.....	36
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		37
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	37
4.1.1	Profil Perusahaan.....	37
4.1.2	Struktur Organisasi	38
4.1.3	Moto Perusahaan.....	38
4.2	Proses Manufaktur dan Produk PT. Inti Pantja Press Industri.....	39
4.3	Flow Proses Produk NX-2940	41
4.4	Data Observasi Produksi NX-2940.....	45
4.4.1	Data <i>Customer Demands</i> dan <i>Takt Time</i>	45
4.4.2	Data Jumlah Mesin dan Jenis Mesin.....	46
4.4.3	Data <i>Manpower</i>	46
4.4.4	Data <i>Lead Time</i> masing-masing Proses	46
4.4.5	Data <i>Process Cycle Time (C/T)</i>	46
4.4.6	Data Jarak masing-masing Proses.....	49
4.4.7	Data Jumlah Produksi NX-2940	49
4.4.8	Data <i>Quality Rate</i>	50
4.4.9	Data <i>Uptime</i>	51
4.4.10	Data Pengambilan Produk oleh <i>Customer</i>	52
4.5	<i>Value Stream Mapping</i>	52
4.6	<i>Process Activity Mapping</i>	55
4.7	Penentuan <i>Waste</i> Kritis dengan <i>Borda Count Method</i>	57
4.8	Analisa Akar Penyebab Masalah dengan <i>5Why's</i>	58
4.9	Penentuan Akar Penyebab Masalah <i>Waste</i> Kritis dengan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	60
4.9.1	FMEA untuk <i>Waste</i> Kritis <i>Waiting</i>	62
4.9.2	FMEA untuk <i>Waste</i> Kritis <i>Defects</i>	63

BAB 5 ANALISA DAN REKOMENDASI PERBAIKAN	65
5.1 Analisa Prosentase Aktivitas VSM dan PAM	65
5.2 Analisa Waste Kritis Berdasarkan <i>Borda Count Method</i>.....	67
5.3 Analisa Waste Kritis dengan <i>5Why's Analysis</i>	67
5.4 Analisa Waste Kritis dengan FMEA.....	68
5.5 Rekomendasi Perbaikan	70
5.5.1 Rekomendasi Perbaikan untuk Waste kritis <i>Waiting</i>	70
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1 Kesimpulan.....	87
6.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA.....	89
LAMPIRAN.....	93
LAMPIRAN 1 Data Part Daihatsu Xenia yang diproduksi di PT. IPPI	93
LAMPIRAN 2 Kuesioner <i>Borda Count Method</i>	94
LAMPIRAN 3 Kuesioner FMEA	96

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Perbandingan Data Penjualan dan Produksi Mobil di Indonesia.....	2
Gambar 1. 2 Data jumlah produksi mobil Daihatsu di PT. IPPI	3
Gambar 1. 3 Layout di PT. IPPI	4
Gambar 1. 4 Contoh ilustrasi defect pada komponen bodi mobil	6
Gambar 2. 1 5-whys analysis.....	19
Gambar 2. 2 Contoh 5-whys Analysis.....	20
Gambar 2. 3 Mesin Stamping/Press	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. IPPI	38
Gambar 4. 2 Flow Process Manufacturing NX-2940.....	41
Gambar 4. 3 Mesin Shearing	42
Gambar 4. 4 Mesin Stamping	42
Gambar 4. 5 WIP Warehouse NXS-033.....	43
Gambar 4. 6 Proses Assy (Nut)	43
Gambar 4. 7 Proses Subassy	44
Gambar 4. 8 Hasil Proses Subassy NX-2940	44
Gambar 4. 9 Produk NX-2940 dengan komponen pembentuknya.....	45
Gambar 4. 10 Area Prepared Delivery Penempatan Pallet NX-2940	45
Gambar 4. 11 Jarak Antar Proses	49
Gambar 4. 12 Grafik Jumlah Produksi Aktual NX-2940	50
Gambar 4. 13 Value Stream Mapping	53
Gambar 5. 1 Layout Mesin Press dan Bolster	71
Gambar 5. 2 Proses Setting Dies	72
Gambar 5. 3 Usulan Rekomendasi Perbaikan Metode Poka Yoke	73
Gambar 5. 4 Usulan Rekomendasi Perbaikan Metode Poka Yoke	79
Gambar 5. 5 Area prepared delivery produk finish part.....	84

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Delivery Emergency 2016 di PT. IPPI.....	5
Tabel 1. 2 Customer Production Plan dan Actual 2016	5
Tabel 2. 1 Matriks Seleksi 7 Valsat.....	17
Tabel 2. 2 Contoh peringkat waste	18
Tabel 2. 3 Peringkat Severity	22
Tabel 2. 4 Peringkat Occurence.....	23
Tabel 2. 5 Peringkat Detection	23
Tabel 4. 1 Data jenis mesin jumlah mesin.....	46
Tabel 4. 2 Jumlah manpower untuk tiap proses	46
Tabel 4. 3 Data pengukuran cycle time proses shearing	47
Tabel 4. 4 Data pengukuran cycle time proses stamping	47
Tabel 4. 5 Data pengukuran cycle time proses assy (nut)	48
Tabel 4. 6 Data pengukuran cycle time proses subassy	48
Tabel 4. 7 Data produksi reject pada mesin press	50
Tabel 4. 8 Data produksi reject pada proses subassy	51
Tabel 4. 9 Data pengambilan produk oleh PT. ADM dalam 1 hari.....	52
Tabel 4. 10 Process Activity Mapping	56
Tabel 4. 11 Hasil kuesioner BCM 7 waste	57
Tabel 4. 12 Perhitungan Nilai untuk BCM.....	58
Tabel 4. 13 Hasil peringkat waste kritis	58
Tabel 4. 14 5Why's untuk waste waiting dan defects.....	59
Tabel 4. 15 Skala Penilaian Severity untuk tiap Waste kritis.....	61
Tabel 4. 16 Skala Penilaian Occurence untuk Tiap Waste Kritis	62
Tabel 4. 17 Skala Penilaian Detection untuk tiap waste kritis	62
Tabel 4. 18 Hasil Rekap Kuesioner FMEA untuk waste waiting	63
Tabel 4. 19 Hasil Rekap Kuesioner FMEA untuk Waste Defect	64
Tabel 5. 1 Hasil Rekap Klasifikasi dan Pengelompokkan Seluruh Aktivitas...	65
Tabel 5. 2 Hasil Pengurutan RPN FMEA Seluruh Waste Kritis	69
Tabel 5. 3 Hasil Rekap FMEA Waste Waiting dengan RPN tertinggi pertama ..	70
Tabel 5. 4 Laporan Inspeksi D-Line tahun 2015	75
Tabel 5. 5 Biaya Investasi dan Operasional Alat	74
Tabel 5. 6 Perhitungan NPV Alat Sensor Peringatan Pembersihan Dies.....	77
Tabel 5. 7 Hasil Rekap FMEA Waste Waiting dengan RPN tertinggi kedua.....	77
Tabel 5. 8 Laporan Inspeksi D-Line tahun 2015	81
Tabel 5. 9 Biaya Investasi dan Operasional Alat	80
Tabel 5. 10 Perhitungan NPV Alat Sensor Peringatan Penggantian Komponen .	83
Tabel 5. 11 Hasil Rekap FMEA Waste Defect dengan RPN Tertinggi	83

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang dilakukan penelitian, perumusan masalah, tujuan yang akan didapatkan dari penelitian, manfaat penelitian dan batasan serta asumsi pada penelitian ini.

1.1 Latar Belakang Masalah

Persaingan pasar global semakin ketat membuat perusahaan berlomba-lomba memberikan layanan terbaik bagi pelanggan melalui penyerahan produk tepat waktu hal ini menuntut perusahaan untuk terus melakukan perbaikan dan peningkatan kinerjanya. Permasalahan yang paling penting dihadapi oleh perusahaan hari ini adalah bagaimana memberikan produk atau material mereka secara cepat dengan biaya yang rendah dan kualitas yang baik (Holweg, 2007). Performansi dari perusahaan manufaktur dapat diukur dari efisiensi dan efektivitas pada sistem produksi perusahaan. Sistem produksi perusahaan manufaktur yang efektif dan efisien akan menghasilkan produk yang berkualitas dan kompetitif. Tantangan penting dalam persaingan global adalah efisiensi dari perusahaan dan daya saing membuat perusahaan manufaktur untuk merencanakan strategi manajemen manufaktur baru (Zahraee et al., 2014).

Industri otomotif di Indonesia memiliki potensi yang besar. Hal ini berdasarkan oleh data penjualan mobil di Indonesia yang cukup tinggi, jika dibandingkan dengan negara-negara lain di ASEAN (Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia, 2015). Selain itu produksi mobil di Indonesia juga mengalami peningkatan setiap tahunnya, hal ini didasarkan dari data produksi mobil di Indonesia. Berdasarkan Gambar 1.1 terlihat bahwa produksi mobil di Indonesia selalu meningkat setiap tahunnya kecuali pada tahun 2006, 2009 dan 2015. Hal ini menunjukkan bahwa industri otomotif di Indonesia mengalami kecenderungan untuk meningkat dan memiliki peluang yang masih sangat besar. Penurunan penjualan di tahun 2014 karena imbas kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) bersubsidi yaitu sebesar Rp2.000 per liter untuk premium dan solar serta pertumbuhan ekonomi di Indonesia yang tidak sebesar tahun-tahun sebelumnya.

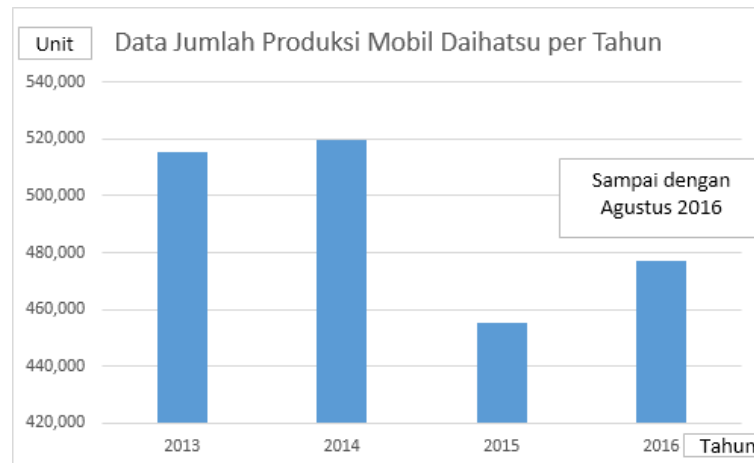


Gambar 1. 1 Perbandingan Data Penjualan dan Produksi Mobil di Indonesia
(Sumber: Gaikindo, 2015)

Salah satu industri otomotif di Indonesia yang bergerak di bidang produksi bodi mobil adalah PT. IPPI (Inti Pantja Press Industri). PT. IPPI yang tergabung dalam group Astra Motor 3 merupakan produsen komponen-komponen otomotif terutama yang berkaitan dengan proses *press/stamping*. Produk yang dihasilkan oleh PT IPPI (PT Inti Pantja Press Industri) di *supply* ke beberapa perusahaan otomotif besar seperti PT Isuzu Astra Motor Indonesia, PT Astra Daihatsu Motor, PT Nissan Motor Indonesia, PT Astra Nissan Diesel, dan PT Honda Prospect Motor. Industri *stamping body* mobil memiliki daya saing yang cukup kuat karena permintaan mobil yang terus bertambah setiap waktu serta proses *stamping* merupakan salah satu proses yang harus dilakukan dalam pembuatan mobil.

Produksi bodi mobil yang dihasilkan PT. IPPI untuk *customer* PT. ADM (PT. Astra Daihatsu Motor) yaitu produk bodi mobil Daihatsu merupakan produk dengan *volume* yang terbesar dibanding produk merk Isuzu, Nissan dan Honda. Jumlah produksi mobil Daihatsu mengalami peningkatan setiap tahunnya (Gaikindo, 2015). Namun terjadi penurunan produksi pada tahun 2015, hal ini berpengaruh juga pada penurunan produksi bodi mobil daihatsu oleh PT IPPI. Pada Gambar 1.2 terlihat bahwa produksi mobil Daihatsu pada tahun 2013 dan 2014 sebesar 515.416 unit dan 519.876 unit namun pada tahun 2015 terjadi penurunan menjadi sebesar 455.280 unit, hal ini tidak hanya terjadi di Indonesia tetapi juga secara global karena disebabkan oleh kondisi ekonomi global seperti ketidakstabilan ekonomi di Yunani dan Tiongkok yang berdampak negatif pada

kondisi ekonomi di Indonesia dan negara-negara di ASEAN. Namun pada tahun 2016 ini produksi mobil Daihatsu akan kembali meningkat karena PT. Astra Daihatsu Motor menetapkan target nasional penjualan mobil Daihatsu sebesar 1.050.000 unit, yang menjadikan produksi bodi mobil di PT. IPPI akan meningkat juga.

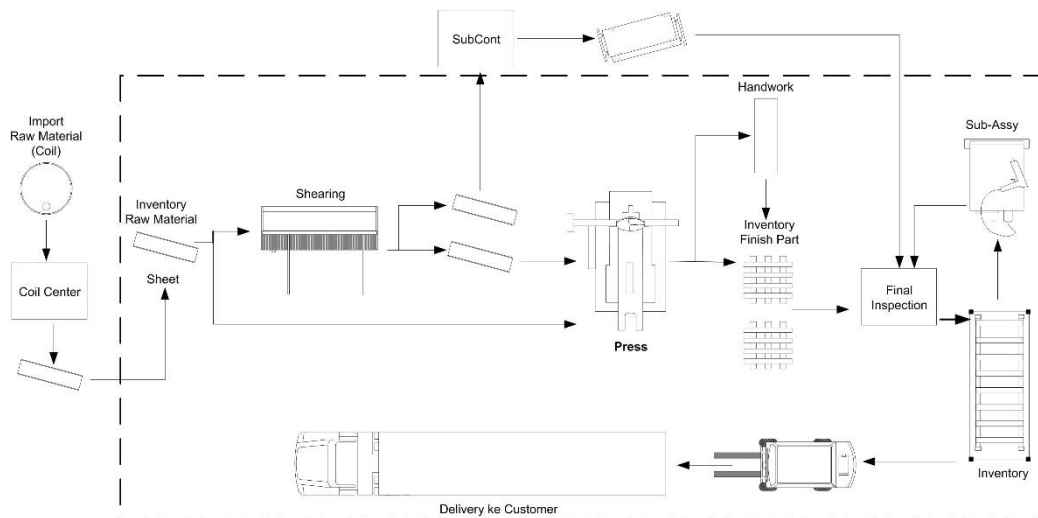


Gambar 1. 2 Data jumlah produksi mobil Daihatsu di PT. IPPI
(Sumber: Data Internal Perusahaan)

Untuk mencapai sistem produksi yang lebih efektif dan efisien maka seluruh perusahaan yang berada dalam Astra Motor grup menerapkan program untuk mencapai perbaikan yang berkelanjutan misalnya *Lean manufacturing*, *Kaizen*, dan lain sebagainya. Saat ini PT. Inti Pantja Press Industri sudah menerapkan program 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*) dan *kaizen* (*continuous improvement*). Penerapan program 5S dan *kaizen* ini dilakukan tidak hanya di kantor saja tetapi juga di lingkungan pabrik. Penerapan 5S yang diwujudkan dengan penataan tempat kerja/*work station* yang bersih, rapi dan teratur serta optimal, penataan alat yang sesuai dan pemberian label agar memudahkan identifikasi, dan standar prosedur kerja serta pengoperasian mesin/alat jelas. Sedangkan penerapan *kaizen* dilakukan dalam upaya perbaikan yang terus-menerus oleh seluruh komponen di PT. IPPI pada seluruh lini operasional, bagian produksi maupun bagian administrasi yang mana keleluasaan bagi setiap karyawan untuk berperan aktif dalam memberikan ide perbaikan secara individu maupun bersama dengan tim divisinya. Beberapa program *kaizen* yang dilakukan di PT. IPPI yaitu *Suggestion System* (SS), *Quality Control Circle* (QCC), dan *Quality Control Project* (QCP).

Seluruh proses di manufaktur PT. IPPI mulai dari *input* bahan *raw material* dilakukan proses *shearing*, *stamping*, *handwork* dan *sub-assy* lalu dihasilkan *body/part body* mobil. *Layout* proses produksi di PT. Inti Pantja Press Industri dapat dilihat pada Gambar 1.3. Proses *shearing* merupakan proses pemotongan *material sheet* sesuai dengan kebutuhan komponen bodi mobil yang diperlukan, proses ini menggunakan mesin yang sudah diatur secara otomatis untuk berbagai variasi dimensi pemotongan.

Proses pengepresan (*stamping*) adalah proses pencetakan metal secara dingin dengan menggunakan *dies* dan mesin *press* umumnya *plate* yang dicetak, untuk menghasilkan produk bodi kendaraan. Lembaran-lembaran baja dicetak menjadi bagian-bagian dari bodi kendaraan seperti bodi mobil, pintu, kap mesin dan atap. Proses *handwork* adalah proses pengerjaan untuk produk yang cacat setelah proses *stamping*. Kemudian proses *sub-assy* merupakan proses perakitan dua komponen atau lebih menjadi satu *part* bagian sesuai kebutuhan.



Gambar 1.3 Layout di PT. IPPI
(Sumber: Data Internal Perusahaan)

Berdasarkan observasi awal di lapangan, saat ini proses produksi di PT. IPPI memiliki beberapa masalah yaitu yang pertama adalah *delivery emergency*. *Delivery emergency* merupakan pengiriman yang dilakukan oleh PT. IPPI karena waktu penyelesaian produk melebihi dari jadwal pengiriman yang telah ditentukan oleh *customer*. *Delivery emergency* terjadi karena adanya *delay* produksi yang disebabkan oleh adanya produk yang gagal produksi karena *material/dies*

mengalami *trouble/downtime* yang menyebabkan terjadinya *delay delivery* ke *customer* sehingga berakibat diperlukan tambahan *cost* sendiri untuk melakukan pengiriman. Berdasarkan Tabel 1.1 terlihat bahwa biaya *delivery emergency* pada tiap bulan dari awal tahun 2016 dibawah batas yang telah ditentukan, namun pada bulan Juli *cost delivery emergency* sebesar Rp 7.956.000 melebihi batas maksimal/*plafon* yang ditentukan setiap bulannya hanya sebesar Rp 4.500.000.

Tabel 1. 1 *Delivery Emergency* 2016 di PT. IPPI

	Unit	2016						
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul
Plan	Rp'000	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Actual	Rp'000	2,436	1,974	822	372	3,348	4,062	7,956

Sumber: PT.Inti Pantja Press Industri 2016

Masalah yang kedua yaitu terjadi kekurangan atau kelebihan untuk pemenuhan *part* kepada *customer* setiap bulannya. Hal ini menunjukkan perencanaan produksi tidak sesuai dengan produksi *actual* dapat dilihat pada Tabel 1.2. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu terjadi *downtime* pada saat proses atau terjadi permasalahan pada *material sheet*. *Part* yang terlalu lama disimpan digudang juga dapat mengakibatkan terjadi karat sehingga membutuhkan tambahan biaya untuk *maintain* (menghilangkan karat) sebelum dikirimkan ke *customer*.

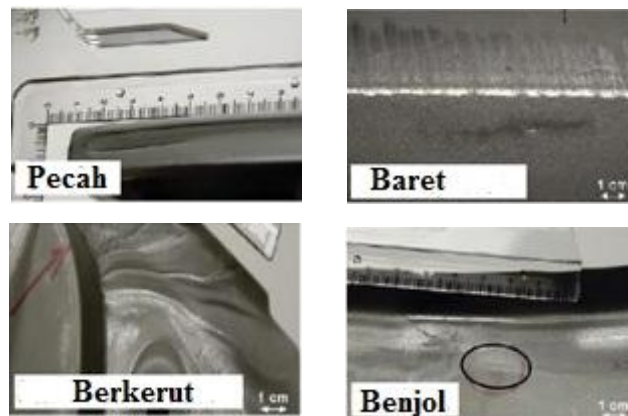
Tabel 1. 2 *Customer Production Plan* dan *Actual* 2016

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Plan	15,100	15,900	19,000	19,800	23,000	19,600	12,000	15,500	16,200	16,900	21,100	15,600
Actual	15,111	15,903	19,046	19,798	22,955	19,586	11,948	15,471	16,196	16,879	21,115	15,890

Sumber: PT. Inti Pantja Press Industri 2017

Masalah yang ketiga yaitu *defect* yang disebabkan oleh beberapa hal seperti *dies/tool* mengalami *trouble* atau kotor, operator mesin maupun *material sheet*. Permasalahan *defect* mengakibatkan perlu dilakukannya proses *rework* yang menyebabkan diperlukan tambahan biaya untuk produk *defect*. Pada proses *sub-assy* terdapat produk yang *defect* seperti spot meleset, las *over*, nut melejit dan lain sebagainya dengan prosentase rata-rata *defect* pada produk Daihatsu pada tahun 2016 sebesar $\pm 1\%$. Sedangkan pada area *handwork* juga terdapat produk yang *defect* dengan prosentase rata-rata *defect* pada produk Daihatsu pada tahun 2016 sebesar

$\pm 1,31\%$. Pada *line* proses *stamping* merupakan area yang terjadi *defect* paling besar dalam proses produksinya seperti pecah, baret, benjol dan lain sebagainya sehingga perlu dilakukan proses *rework* di area *handwork* yang berakibat bertambahnya *cost* atau biaya produksi serta waktu produksi. Prosentase rata-rata *rework* dan *reject* pada produk Daihatsu di *line* produksi *press* pada tahun 2016 sebesar $\pm 21,25\%$. Besar toleransi *reject* yang diterima oleh customer yaitu PT. Astra Daihatsu Motor adalah sebesar $\pm 0,5\%$, oleh karena itu agar produk bodi mobil Daihatsu dapat diterima oleh *customer* maka produk *reject* harus dibawah toleransi *reject* tersebut. Produk *rework* merupakan produk *defect* yang masih bisa diperbaiki atau diproses ulang yang berarti masih menambah biaya produksi untuk alokasi *manpower* melakukan proses *rework* serta waktu penyelesaian produk bisa melebihi jadwal. Sedangkan produk *reject* merupakan produk *defect* yang tidak dapat dilakukan proses *rework* atau produk yang tidak diterima *customer* sehingga produk akan menjadi *scrap* padahal sudah melalui proses produksi dan menimbulkan biaya produksi tambahan. Ilustrasi *defect* pada komponen/*part* bodi mobil dapat dilihat pada Gambar 1.4 berikut.



Gambar 1. 4 Contoh ilustrasi *defect* pada komponen bodi mobil

Sumber: (Hoffman et. al, 2007)

Berdasarkan permasalahan yang terjadi tersebut, maka dapat diindikasikan bahwa pada proses produksi masih terdapat adanya pemborosan (*waste*) akibat *delay* produksi, *over inventory finish part* dan *defect* yang berdampak pada tambahan biaya dan mengurangi efisiensi produksi. *Waste* mencakup semua kegiatan yang menggunakan sumber daya tetapi tidak menambah nilai secara signifikan untuk pelanggan (Rohani & Zahraee, 2015).

Produk yang dipilih dalam penelitian ini yaitu Daihatsu Xenia *item* NX-2940 *Member Sub Assy Floor Side Inner Rh* (Rhd) merupakan *part* di bagian dalam di samping kanan pintu mobil, produk ini dipilih karena produk ini memiliki *volume* terbesar yang diproduksi, melewati seluruh proses manufaktur yang ada di PT. Inti Pantja Press Industri, dan diproduksi setiap hari serta dilakukan pengiriman ke *customer* setiap hari.

Lean Manufacturing merupakan metode yang tepat untuk dapat mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi karena mampu mengidentifikasi, mengukur, menganalisa dan mencari solusi perbaikan atau peningkatan performansi secara komprehensif. Konsep *lean* berdasarkan pada pengurangan biaya diperoleh dengan mengeliminasi *waste* yang berhubungan dengan semua kegiatan yang dilakukan untuk menyelesaikan pesanan dari pelanggan (Rother & Shook, 2009).

Pendekatan *lean manufacturing* dengan menggunakan metode *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), *Borda Count Method* (BCM), *Root Cause Analysis* (RCA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan cara yang efektif untuk mengurangi atau mengeliminasi permasalahan *waste* yang terjadi pada proses produksi bodi mobil Daihatsu Xenia komponen NX-2940 di PT. Inti Pantja Press Industri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka perumusan masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah bagaimana mengurangi atau mengeliminasi *waste* yang terdapat pada proses produksi bodi mobil Daihatsu Xenia komponen NX-2940 di PT. Inti Pantja Press Industri.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, maka dapat dirumuskan beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu, sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil identifikasi dan analisa penyebab *waste* pada proses produksi bodi mobil Daihatsu Xenia komponen NX-2940 di PT. Inti Pantja Press Industri.

2. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi dan mengeleminasi *waste* pada proses produksi bodi mobil Daihatsu Xenia komponen NX-2940 PT. Inti Pantja Press Industri.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dengan dilakukannya penelitian ini adalah dapat mengeliminasi *waste* yang terjadi pada proses produksi bodi mobil Daihatsu Xenia komponen NX-2940, sehingga meningkatkan keunggulan kompetitif PT. Inti Pantja Press Industri.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1.5.1 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya dibatasi pada lini produksi dan proses produksi *body* mobil Daihatsu merk Xenia komponen NX-2940 *Member Sub Assy Floor Side Inner Rh* (Rhd) di PT. Inti Pantja Press Industri Bekasi.

1.5.2 Asumsi

Pada penelitian ini diasumsikan tidak ada perubahan proses produksi di PT. Inti Pantja Press Industri.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta batasan masalah dan asumsi.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori-teori dasar dan bahan penelitian yang didapatkan dari berbagai macam referensi yang menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang rencana penelitian, metode pengumpulan data, pengolahan data dan langkah-langkah pemecahan masalah dalam menjawab permasalahan yang dirumuskan sebelumnya.

BAB IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab ini berisi uraian tentang langkah-langkah pengumpulan data, pengolahan data yang telah dikumpulkan serta hasilnya digunakan dalam pembahasan pemecahan permasalahan yang terjadi dan penerapan metode yang digunakan pada penelitian ini.

BAB V Analisa dan Rekomendasi Perbaikan

Bab ini dijelaskan mengenai tahap analisa dari *Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping*, analisa penentuan *waste* kritis dengan *Borda Count Method*, *Root Cause Analysis*, *Failure Mode and Effect Analysis*, penentuan alternatif solusi perbaikan pada sistem produksi dengan menggunakan konsep *Poka Yoke*, dan penentuan usulan rekomendasi perbaikan yang paling sesuai dengan analisa kelayakan investasi *Net Present Value*.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yang diinginkan dan saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut yang akan datang.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam melakukan penelitian ini, studi literatur dan tinjauan pustaka yang terkait dengan penelitian ini.

2.1 Lean Manufacturing

Lean dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas – aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan *pull system* dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2007).

Lean adalah sebuah konsep perampingan proses produksi yang berasal dari Jepang, diadaptasi dari sistem produksi Toyota. Pendekatan *lean* bertujuan untuk eliminasi *waste* (pemborosan) yang terdapat di dalam sistem produksi. Eliminasi *waste* ini dilakukan agar sistem produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Konsep *lean manufacturing* dirintis oleh Toyoda, Taiichi Ohno dan Shigeo Shingo (Juran & Godfrey, 1999).

Menurut Hines & Taylor (2000) implementasi dari konsep *lean* ini berdasarkan pada 5 prinsip utama yaitu :

1. *Specify value*

Mendefinisikan nilai (*value*) produk berdasarkan pandangan pelanggan dan bukan dari departemen internal atau perusahaan.

2. *Identify all the step in the value stream*

Mengidentifikasi semua langkah – langkah yang diperlukan untuk mendesain, *order* dan produksi barang ke dalam seluruh aliran nilai (*value stream*) untuk mencari *non-value adding activity*.

3. *Value-creating steps flow*

Membuat *value flow*, yaitu semua aktivitas yang memberikan nilai tambah disusun ke dalam suatu aliran yang tidak terputus (*continuous*).

4. *Pull system*

Mengetahui aktivitas – aktivitas penting yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan oleh pelanggan.

5. *Pursue perfection*

Perbaikan yang dilakukan secara terus – menerus sehingga *waste* yang terjadi dapat dihilangkan secara total dari proses yang ada.

Lean manufacturing adalah semua yang berkaitan reduksi *waste*, perbaikan yang terus menerus dan meningkatkan hubungan *customer* serta *supplier* dengan memberikan kualitas yang lebih baik dan memberikan pelayanan yang tepat waktu. *Lean manufacturing* memberikan strategi yang bervariasi untuk peningkatan kinerja dan meningkatkan daya saing dalam persaingan global. Menurut Modi & Thakkar (2014), beberapa manfaat dari implementasi *lean manufacturing* yaitu sebagai berikut :

- Mengurangi biaya/*cost*
- Mengurangi *lead time*
- Mengurangi *waste*
- Peningkatan produktivitas
- Peningkatan kualitas atau mengurangi *defects*
- Mengurangi *cycle time*
- Mengurangi aktivitas yang tidak perlu
- Tenaga kerja, ruang dan pemanfaatan peralatan yang lebih baik
- Mengurangi *work in process inventory*

2.2 Pemborosan (*Waste*)

Waste atau pemborosan merupakan setiap aktivitas yang menggunakan sumber daya tetapi tidak menciptakan ataupun menambah nilai atau *value* (Womack & Jones, 1996). Tujuan utama dari *lean manufacturing* adalah mengurangi maupun menghilangkan pemborosan atau *waste*. *Waste* adalah *non-value adding activities* apabila dilihat dari sudut pandang *customer* (Hines & Taylor, 2000).

Pemborosan (*waste*) dapat dibedakan menjadi dua menurut Gaspersz (2007) yaitu *Type One Waste* dan *Type Two Waste*. *Type One Waste* adalah aktivitas *non-added value* sepanjang *value stream*, namun aktivitas tersebut harus dilakukan dan

tidak dapat dihilangkan untuk saat ini. Misalnya aktivitas sortir dan inspeksi dalam sudut pandang *lean manufacturing* merupakan aktivitas *non-value added* dan merupakan *waste*. Sedangkan *Type Two Waste* adalah aktivitas *non-value added* tetapi dapat dieliminasi misalnya mengurangi atau menghilangkan *defect* maupun kesalahan yang terjadi.

Waste dapat diidentifikasi dengan mengetahui *value adding activity*. Menurut King (2009) terdapat 7 macam pemborosan (*waste*) dalam *Toyota Production System* (TPS) adalah sebagai berikut :

1. *Waste of Over Production* (kelebihan produksi) adalah pemborosan yang disebabkan produksi yang berlebih, maksudnya adalah memproduksi produk yang melebihi dari yang dibutuhkan, atau memproduksi lebih awal dari jadwal yang telah dibuat.
2. *Waste of making defective parts* adalah cacat yang terjadi akibat 4 cara, yaitu:
 - a) Ketidaksempurnaan produk;
 - b) Kurangnya tenaga kerja pada saat proses berjalan;
 - c) Alokasi tenaga kerja untuk proses pengerjaan ulang (*rework*);
 - d) Tenaga kerja menangani klaim dari pelanggan.
3. *Waste of stock on hand/inventory* (persediaan yang tidak perlu) adalah dapat berupa penyimpanan *inventory* yang melebihi volume gudang yang ditentukan, material yang rusak karena terlalu lama disimpan atau terlalu cepat dikeluarkan dari gudang, dan material yang kadaluarsa.
4. *Waste of processing itself* (proses yang tidak tepat) terjadi dalam situasi dimana terdapat ketidaktepatan proses/metode operasi produksi yang diakibatkan oleh penggunaan *tool* yang tidak sesuai dengan fungsinya ataupun kesalahan prosedur/sistem produksi.
5. *Waste in transportation* (transportasi) adalah pemindahan material dari gudang (*warehouse*) ke mesin, dari satu mesin ke mesin yang berikutnya, dari mesin ke gudang (*warehouse*) atau bahan baku yang disediakan oleh *vendor* biasanya tidak dikirim langsung ke tempat pengerjaan tetapi ditampung di gudang (*warehouse*) kemudian diangkut menuju *workshop*.

Konsep *Lean* menginginkan vendor mengirimkan bahan baku langsung ke tempat pengerjaan/*workshop*.

6. *Waste of time on hand/waiting* adalah proses menunggu kedatangan material, informasi peralatan dan perlengkapan. *Lean* berfokus pada ketepatan sumber daya agar tepat waktu dan tidak terlambat (*just in time*).
7. *Waste of Movement* (pergerakan yang berlebihan) meliputi pergerakan terhadap material, manusia yang tidak perlu pada saat proses produksi sehingga mengakibatkan rendahnya aliran kerja, *layout* yang buruk, dan komponen atau *control* yang jauh dari jangkauan.

2.3 Identifikasi Aktivitas Nilai (*Value*)

Identifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah dan tidak memberikan nilai tambah merupakan proses penting dalam pendekatan *lean*. Dalam *manufacturing* dapat dikategorikan tiga jenis aktivitas menurut (Monden, 1993) yaitu, sebagai berikut :

1. *Value Adding Activity* (VA)

Aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah dari sudut pandang pelanggan pada suatu material produk yang dibuat atau diproses. Aktivitas untuk *raw material* atau *semi finished product* melalui penggunaan *manual labour*. Contohnya adalah *sub assembly process*, *painting bodywork*.

2. *Non Value Adding Activity* (NVA)

Aktivitas untuk membuat produk tetapi tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan. Aktivitas ini disebut sebagai *waste* yang harus dijadikan fokus utama untuk segera dihilangkan atau dieliminasi sepenuhnya. Misalkan *waiting time*, *double handling* dan *stacking intermediate products*

3. *Necessary Non Value Adding Activity* (NNVA)

Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi dibutuhkan dalam prosedur proses yang ada. Misalnya kegiatan memindahkan material, memindahkan *tool* dari satu tangan ke tangan yang lainnya, dan *unpacking deliveries*. Kegiatan ini tidak memiliki nilai tambah tapi sulit untuk dihilangkan kecuali dengan melakukan perubahan prosedur, membuat struktur dan standar baru, perubahan keseluruhan pada layout produksi, dan lain – lain. Demikian juga pada kegiatan transportasi dan penyimpanan,

kedua kegiatan ini juga tidak memberikan nilai tambah namun seringkali memang harus dilakukan.

2.4 Value Stream Mapping (VSM)

VSM merupakan salah satu *tool* dari *lean manufacturing* yang pada awalnya berasal dari *Toyota Production System* (TPS) yang dikenal dengan istilah “*material and information flow mapping*” (Ohno, 1998). King (2009) menyebutkan bahwa VSM merupakan metode visual yang menggambarkan proses dalam hal aliran fisik material dan menciptakan nilai-nilai dari pelanggan. Termasuk didalamnya diagram tentang bagaimana arus informasi dan diproses untuk mengelola, mengendalikan atau mempengaruhi aliran material fisik.

VSM terdiri dari dua macam yaitu *current state map* dan *future state map*. Selain itu kondisi sistem produksi seperti *lead time* yang dibutuhkan juga dapat digambarkan dari masing – masing karakteristik proses yang terjadi. Menurut Nash dan Poling (2008), *value stream mapping* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu :

1. *Process/Production Flow*

Menggambarkan aliran proses – proses utama sampai menjadi barang, *finished goods* dan sampai ke tangan pelanggan.

2. *Communication/Information Flow*

Berbagai jenis aliran informasi yang mengatur apa saja yang harus dibuat dan kapan harus dibuat.

3. *Timelines & Travel Distance*

Menunjukkan *process lead time* dan *cycle time* dari proses serta jarak dari masing-masing proses atau area.

2.5 Value Stream Mapping Tools (VALSAT)

Value stream mapping adalah *tool* yang sangat penting untuk penerapan *lean manufacturing*, *mapping* ini sangat membantu untuk identifikasi *waste* pada *value stream* dan menemukan rute/langkah yang tepat untuk menghilangkannya (Hines & Rich, 1997). Ada tujuh *detail mapping tools* yang paling umum digunakan yaitu, sebagai berikut :

1. *Process Activity Mapping*

Merupakan pendekatan yang dapat digunakan pada aktivitas *production floor*. *Tool* ini dapat mengklasifikasikan tahapan setiap aktivitas yaitu operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan *storage* lalu dikempokkan dan dibagi untuk identifikasi aktivitas nilai *value-adding activity*, *non value-adding activity* dan *necessary non adding-value activity*. *Tool* ini berfungsi untuk memudahkan melihat *flow process* dan identifikasi terjadinya *waste* serta memperbaiki *value-added flow process*.

2. *Supply Chain Response Matrix*

Pendekatan untuk memberikan gambaran hubungan *inventory* dan *lead time* pada *distribution line* sehingga peningkatan dan penurunan *inventory level* dan waktu distribusi pada tiap lini/area dapat diketahui. *Tool* ini berfungsi untuk memperbaiki dan meningkatkan pelayanan di tiap jalur distribusi dengan biaya yang rendah.

3. *Production Variety Funnel*

Pendekatan untuk memberikan pemetaan jumlah variasi produk dalam setiap tahapan *manufacturing process*. *Tool* ini bermanfaat untuk mengetahui area *bottleneck* pada proses dan memberikan rekomendasi perbaikan *inventory policy* (*raw material*, *semi-finished product* or *finished product*).

4. *Quality Filter Mapping*

Tool yang dapat digunakan untuk mengetahui penyebab permasalahan dan memetakan *quality defect* pada *supply chain*, ada tiga tipe *quality defect* yaitu *product defect*, *scrap defect* dan *service defect*.

5. *Demand Amplification Mapping*

Tool yang memberikan pemetaan visual perubahan permintaan/*demand* di sepanjang *supply chain* yang bermanfaat untukantisipasi terjadinya perubahan *demand*, mengatur fluktuasi dan memberikan rekomendasi *inventory policy*.

6. *Decision Point Analysis*

Tool yang dapat memperlihatkan berbagai pilihan sistem/proses produksi yang berbeda dengan *trade off* dan *lead time* masing-masing pilihan dengan *inventory level* yang dibutuhkan untuk meng-cover selama proses produksi.

7. *Physical Structure*

Tool yang dapat memberikan pemahaman mengenai kondisi *supply chain* di *production level*, serta memberikan perhatian pada lini/area yang belum terlalu diperhatikan untuk proses pengembangan

Tabel 2. 1 Matriks Seleksi 7 Valsat

Waste	Mapping Tools						
	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Mapping	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Transportation	H						L
Inappropriate Processing	H		M	L		L	
Inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Defect	L			H			

(Hines & Rich, 1997)

Kemudian untuk pemilihan *tool* mana yang tepat dari beberapa penelitian yang telah ada dan dilakukan sebelumnya maka langsung dipilih *tool* yang akan digunakan adalah *process activity mapping*.

2.6 *Borda Count Method (BCM)*

Borda Count Method ditemukan oleh Jean Charles de Borda, merupakan teknik langsung untuk melakukan perhitungan peringkat dari beberapa alternatif pilihan (Nash, Zhang, & Strawderman, 2011). Menurut Singh dan Sharan (2015), responden/pemilih mengisi pilihan *preferential*, sesuai dengan peringkatnya dari pertama sampai dengan terakhir. Apabila ada n pilihan, maka peringkat pertama nilainya n , kemudian peringkat kedua nilainya $n - 1$, pilihan ketiga nilainya $n - 2$ dan seterusnya. Hasil dari nilai tersebut dapat menentukan peringkat dari semua pilihan tersebut, yang mendapatkan nilai tertinggi adalah peringkat pertama. *Borda*

Count Method ini dapat digunakan untuk menentukan prioritas *waste* mana yang akan diselesaikan terlebih dahulu menggunakan kuesioner kepada bagian yang terkait. Contoh *Borda Count Method* dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Contoh peringkat *waste*

Waste	Responden			
	Alfa	Beta	Charlie	Delta
A	1	1	3	2
B	3	2	1	4
C	2	4	2	1
D	4	3	4	3

Maka akan didapatkan nilai sebagai berikut :

$$\text{Waste score (A)} = 4 + 4 + 2 + 3 = 13$$

$$\text{Waste score (B)} = 2 + 3 + 4 + 1 = 10$$

$$\text{Waste score (C)} = 3 + 1 + 3 + 4 = 11$$

$$\text{Waste score (D)} = 1 + 2 + 1 + 2 = 6$$

Dari hasil tersebut maka didapatkan peringkat A, C, B dan D.

2.7 Root Cause Analysis (RCA)

Root cause analysis merupakan salah satu metode *problem solving* yang digunakan untuk menemukan akar permasalahan. RCA adalah proses yang digunakan untuk mencapai penyebab utama atau penyebab masalah, karena akar penyebab masalah adalah alasan utama bahwa terjadinya masalah (Spencer, 2015). RCA merupakan suatu metode evaluasi terstruktur untuk mengidentifikasi akar penyebab kejadian yang tidak diinginkan dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah terulangnya kembali kejadian atau masalah yang tidak diharapkan. Beberapa *tool* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan (Spencer, 2015), yaitu :

1. 5-Whys

Metode analisa sederhana yang bergerak dari gejala ke pernyataan masalah dan dari proses penyebab untuk tindakan *preventive*.

2. Action Plan

Catatan tugas, tanggung jawab dan waktu.

3. *Corrective Action Record*

Merupakan laporan proses pemecahan masalah untuk manajemen internal dan *review* dari pelanggan

4. *Trend Chart*

Indikator yang terukur untuk identifikasi dan mencari permasalahan

5. *Pareto Chart*

Alat yang digunakan untuk identifikasi dan memprioritaskan berdasarkan urutan banyaknya masalah atau penyebab-penyebab yang ada berupa grafik batang.

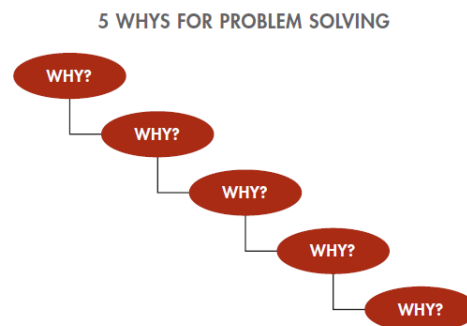
6. *Information Database*

Proses untuk menemukan akar penyebab masalah menggunakan “*Is/Is not*”, perbedaan, perubahan, pengujian, perbandingan dan verifikasi.

7. *Fishbone Diagram*

Merupakan alat analisa yang populer, yang sangat baik untuk investigasi penyebab masalah dalam jumlah besar.

2.7.1 5-*whys*



Gambar 2. 1 5-*whys analysis*

Menurut observasi Taichii Ohno ketika kesalahan terjadi di bagian produksi atau lingkungan manufaktur, orang akan saling menyalahkan satu dengan yang lainnya, padahal kesalahan merupakan sebuah hal yang tak terhindarkan dan pendekatan yang terbaik dalam menyelesaikan permasalahan adalah mengidentifikasi akar dari permasalahan tersebut serta melakukan tindakan. 5-*Whys Analysis* merupakan salah satu tool *problem solving* yang sering digunakan oleh Taiichi Ohno (Ohno, 1998). Berikut ini contoh ilustrasi 5-*whys analysis*-nya pada Gambar 2.2.

Question 1: Why did the robot stop?
Answer: The circuit is overloaded, causing a fuse to blow.
Question 2: Why is the circuit overloaded?
Answer: There was insufficient lubrication on the bearings, so they locked up.
Question 3: Why was there insufficient lubrication on the bearings?
Answer: The oil pump on the robot is not circulating sufficient oil.
Question 4: Why is the pump not circulating sufficient oil?
Answer: The pump intake is clogged with metal shavings.
Question 5: Why is the intake clogged with metal shavings?
Answer: Because there is no filter on the pump.

Gambar 2. 2 Contoh *5-whys Analysis*

Hal ini menjadikan *5-whys analysis* sebagai tindakan perbaikan dan juga tindakan preventif. Contohnya Toyota yang menggunakan metode dan *tool* yang sederhana di semua hal yang memungkinkan dan sangat menekankan pada penyelesaian masalah dengan analisa akar permasalahan yang bertujuan untuk mendapatkan solusi yang permanen menggunakan *5-whys analysis* (Alukal, 2007).

Penerapan *5-whys analysis* memberikan pendekatan terstruktur yang berdasarkan fakta untuk identifikasi dan perbaikan masalah yang berfokus tidak hanya mengurangi *defects* tetapi juga mengeliminasinya. Solusi permanen dari permasalahan untuk mengeliminasi *waste* daripada hanya mereduksi *waste* saja (Murugaiah, 2009).

2.8 Failure Mode and Analysis Effect (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan teknik yang terkenal untuk perbaikan kualitas dari produk maupun proses, yang menggunakan pendekatan sistematis untuk memprioritaskan tindakan perbaikan yang berdasarkan analisa dari *severity*, *occurrence* dan *detectability of failure modes* (Sankar & Prabhu, 2001). Menurut Parsana dan Patel (2014) FMEA digunakan untuk identifikasi dan analisa sebagai berikut :

- 1) Seluruh *failure mode* dari bagian yang berbeda dari sebuah sistem;
- 2) Efek dari *failure mode* pada sistem;

- 3) Bagaimana menghindari sebuah kegagalan dan mengurangi efek dari kegagalan sistem.

FMEA merupakan *tool* langkah per langkah untuk mengidentifikasi semua kemungkinan terjadinya kegagalan sepanjang proses, analisa efek menunjukkan untuk mempelajari konsekuensi dari seluruh kegagalan tersebut (Mhetre & Dhake, 2012). Proses FMEA adalah untuk pengembangan produk dan proses yang *continue* dan konsisten sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan (Johnson & Khan, 2003). Tujuan penggunaan dari FMEA adalah menemukan hubungan antara penyebab dan efek dari *defects* serta mencari, menyelesaikan dan memberikan gambaran untuk pengambilan keputusan yang terbaik (Parsana & Patel, 2014). FMEA dapat menganalisa *failures*/kegagalan pada implementasi *lean production* yang berhubungan dengan empat *critical resources* : *people, materials, equipment and schedules* (Shawney et al., 2010).

Prosedur dokumentasi dan penggunaan FMEA menurut Parsana dan Patel (2014) yaitu, sebagai berikut :

1. *Items and its Functions*

Menentukan semua keseluruhan fungsi *item* termasuk lingkungan dimana *item* tersebut telah beroperasi.

2. *Potential Failure Mode*

Mempertimbangkan kegagalan yang pernah terjadi, laporan terbaru dan *brainstorming*. Contohnya : *cracked, deformed*, dan lain sebagainya.

3. *Potential Effects of Failure*

Seperti yang dirasakan oleh *internal/end user* contohnya *noise*, kerusakan dan lain sebagainya.

4. *Severity*

Severity merupakan *assessment* dari efek yang berpengaruh dari *failure mode* yang potensial. Tabel 2.3 merupakan tabel dari *severity* beserta contohnya.

Tabel 2. 3 Peringkat *Severity*

Kode	Klasifikasi	Contoh
10	Bahaya tanpa peringatan	Mempengaruhi operasi yang aman.
9	Bahaya dengan peringatan	Ketidaksesuaian peraturan
8	Sangat Tinggi	Produk menjadi tidak dapat dioperasikan dengan hilangnya fungsi produk Pelanggan sangat tidak puas
7	Tinggi	Produk masih dapat dioperasikan namun performanya berkurang. Pelanggan tidak puas
6	Moderat	Produk dapat dioperasikan namun kenyamanan dan kemudahan penggunaannya hilang Pelanggan tidak nyaman
5	Rendah	Produk dapat dioperasikan namun kenyamanan dan kemudahan penggunaannya hilang Pelanggan sedikit tidak puas
4	Sangat Rendah	Ketidaksesuaian pada barang-barang tertentu Mendapat perhatian oleh sebagian besar konsumen
3	Kecil	Ketidaksesuaian pada barang-barang tertentu Mendapat perhatian oleh konsumen pada umumnya
2	Sangat Kecil	Ketidaksesuaian pada barang-barang tertentu Mendapat perhatian oleh konsumen yang selektif
1	Tidak Ada	Tidak memiliki efek

(Parsana & Patel, 2014)

5. *Class*

Klasifikasi dari karakteristik produk yang berbeda yang membutuhkan tambahan kontrol proses.

6. *Potential Cause/Mechanism of Failure*

Setiap penyebab dan mekanisme harus terdata dengan lengkap. Contoh penyebab kegagalan seperti material yang tidak tepat, kurangnya pelumas, *over stressing* dan lain sebagainya. Contoh mekanisme kegagalan adalah kelelahan, korosi dan lain sebagainya.

7. *Occurrence*

Occurrence merupakan kemungkinan penyebab/mekanisme yang akan terjadi. Dalam hal ini sangat penting untuk mengetahui penyebab dari

kegagalan dan berapa kali pernah terjadi. Tabel 2.4 merupakan tabel dari *occurrence* beserta contohnya.

Tabel 2. 4 Peringkat Occurence

Kode	Klasifikasi	Contoh
10 dan 9	Sangat Tinggi	Kegagalan tak terelakkan
8 dan 7	Tinggi	Kegagalan berulang
6 dan 5	Moderat	Kegagalan sesekali
4, 3 dan 2	Rendah	Beberapa kegagalan
1	Kecil	Tidak mungkin terjadi kegagalan

(Parsana & Patel, 2014)

8. *Current Design Control*

Aktivitas kontrol yang umumnya termasuk langkah-langkah pencegahan, validasi dan verifikasi desain yang didukung oleh tes fisik, pemodelan matematika, pengujian *prototype*, *review* kelayakan dan lain sebagainya.

9. *Detection*

Langkah-langkah yang relative dari *design control* untuk mendeteksi penyebab atau mekanisme potensial *failure mode* sebelum produksi. Didukung juga oleh tes fisik, pemodelan matematika, pengujian *prototype*, *review* kelayakan dan lain sebagainya. Tabel 2.5 merupakan tabel *detection*.

Tabel 2. 5 Peringkat *Detection*

<i>Detection</i>	Peringkat	Kriteria
<i>Extremely Likely</i>	1	Dapat diperbaiki sebelum <i>prototype</i> atau pengendalian akan dipastikan mendeteksi
<i>Very High Likelihood</i>	2	Dapat diperbaiki sebelum desain dirilis atau probabilitas yang sangat tinggi untuk mendeteksi
<i>High Likelihood</i>	3	Sepertinya dapat diperbaiki atau kemungkinan mendeteksinya tinggi
<i>Moderately High Likelihood</i>	4	Desain pengendalian secara umum efektif
<i>Medium Likelihood</i>	5	Desain pengendalian memiliki kesempatan untuk diterapkan
<i>Moderately Low Likelihood</i>	6	Desain pengendalian memeungkinkan adanya kesalahan

<i>Low Likelihood</i>	7	Desain pengendalian salah mendeteksi permasalahan
<i>Very Low Likelihood</i>	8	Desain pengendalian memiliki kesempatan yang rendah untuk mendeteksi
<i>Very Low Likelihood</i>	9	Desain pengendalian tidak reliabel atau kemungkinan sebuah untuk mendeteksinya rendah
<i>Extremely Unlikely</i>	10	Tidak ada desain pengendalian atau tidak akan terdeteksi

(Parsana & Patel, 2014)

10. Risk Priority Numbers (RPN)

RPN merupakan indikator untuk penentuan tindakan *corrective* yang tepat pada *failure modes*, dikalkulasi dengan mengalikan level peringkat dari *severity*, *occurrence* and *detection* dalam skala 1 sampai 1000.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (2.1)$$

Nilai RPN yang rendah selalu lebih baik daripada nilai RPN yang tinggi. RPN dapat dikomputasi untuk keseluruhan proses dan desain proses, setelah didapatkan RPN maka dapat menentukan untuk lebih fokus di area yang mana dan fokus pada solusi dari *failure modes*.

11. Recommended Actions

Dimulai dengan nilai RPN yang tinggi baru ke rendah, kemudian dilakukan hal sebagai berikut :

- Bertujuan untuk mengurangi satu atau lebih dari kriteria yang membuat nilai RPN tinggi.
- Dilakukan tindakan khusus adalah *design of experiments*, *revised test plans*, *revised material specifications*, *revised design* dan lain sebagainya.
- Kemudian yang terpenting adalah memberikan tanda *mark* “*none*” pada kasus yang tidak ada rekomendasi untuk digunakan di masa mendatang dari dokumen FMEA.

12. *Responsibilities and Completion Dates*

Tanggung jawab individu/*group* untuk tindakan rekomendasi dan tanggal penyelesaian target dimasukkan juga

13. *Actions Taken*

Penjelasan singkat dari langkah tindakan yang akan diambil setelah dilakukan tindakan yang sebenarnya oleh tim.

2.9 Proses Produksi *Stamping Bodi Mobil*

2.9.1 *Mesin Stamping/Press*

Proses *stamping* adalah proses pencetakan metal secara dingin dengan menggunakan *dies* dan mesin *press* umumnya *plate* yang dicetak, untuk menghasilkan produk sesuai dengan yang dikehendaki. Lembaran – lembaran baja dicetak menjadi bagian – bagian dari bodi kendaraan seperti pintu, kap mesin atap dan lain sebagainya (Azmi, 2005). *Stamping* merupakan proses *material sheet* dirubah menjadi bentuk profil tertentu sesuai dengan desain dengan menggunakan *tool/alat* sehingga *material sheet* yang berbentuk tersebut dapat digunakan dan difungsikan sesuai kebutuhan. Pada dasarnya proses pengepresan atau *stamping* menggunakan teknik tumbukan yaitu dengan menekan/menumbuk suatu material (*blank material*) pada suatu mesin menjadi bentuk yang diinginkan.



Gambar 2. 3 Mesin *Stamping/Press*

Menurut Sulistiyanto (2012) ada beberapa peralatan yang digunakan dalam proses *stamping*, yaitu sebagai berikut :

1. Mesin press adalah mesin yang menompang sebuah landasan dan sebuah penumbuk, sebuah sumber tenaga, dan suatu mekanisme yang menyebabkan penumbuk bergerak lurus dan tegak menuju landasannya. Mesin press banyak sekali macamnya, yang paling penting untuk mesin press adalah tingkat kepresisian stroke dan kapasitas tonase, kapasitas tonase dari yang terkecil dibawah 1 ton sampai dengan yang terbesar ratusan bahkan ada yang ribuan ton. Kapasitas yang kecil untuk produk yang kecil, semakin besar maka semakin besar produk yang bisa dibuat.
2. *Dies* merupakan suatu cetakan yang digerakan oleh mesin press untuk menekan atau *stamping* bahan/*material* untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan cetakannya.
3. *Material Plate/Sheet* yang dipergunakan untuk proses *stamping* ini umumnya adalah material yang mempunyai kekerasan yang rendah , bisa juga dikatakan material golongan *low carbon steel* yaitu material mudah ditebuk, ditekan, dan dibentuk.

2.9.2 Proses Stamping

Ada beberapa proses pada mesin *press* di proses produksi bodi mobil menurut Nasution dan Putranto (2011) yaitu, sebagai berikut:

- ***Drawing***

Pada proses ini, *raw material* yang masih berupa lembaran diproses untuk mendapatkan bentuk produk secara umum. Keseluruhan dari proses ini adalah proses pembengkokan (*bending*) tanpa disertai proses pemotongan (*cutting*).

- ***Trimming***

Setelah *sheet metal* mendapatkan bentuk umum produk, sisi-sisi dari *sheet metal* tersebut dipotong untuk mendapatkan bentuk sisi yang sesuai dengan tuntutan gambar produk. Pada proses ini terjadi pemotongan skala besar (*rough cutting*) pada produk.

- **Bending**

Proses *bending* ini dilakukan untuk menghasilkan bentuk permukaan produk yang lebih detail. Proses *bending* merupakan proses pembengkokan material tanpa adanya proses pemotongan (*cutting*).

- **Piercing**

Proses ini dilakukan untuk mendapatkan bentukan-bentukan lubang pada produk *sheet metal*. Pemotongan yang terjadi adalah pemotongan detail profil produk untuk menghasilkan lubang-lubang yang detail, yang secara fungsional keberadaannya dibutuhkan pada saat proses *sub assy* atau *assembling* dilakukan sebagai titik penyambung dengan bagian lain dengan pengikat berupa baut.

2.9.3 Perhitungan Kekuatan Mesin Press

Cara perhitungan kekuatan mesin *press* sangat membantu dalam menentukan besarnya tonase mesin *press* yang digunakan dalam mengerjakan suatu pekerjaan. Pemilihan kapasitas tonase mesin *press* yang tidak cukup akan memaksa kerja dari mesin *press* dan memperpendek *life time* dari mesin *press* dan juga akan sering muncul masalah dalam perawatan *dies*-nya (Puteri & Ramadhon, 2016). Perhitungan dasar untuk kekuatan mesin *press*.

$$\frac{\text{Keliling Bentuk Material} \times (\text{shear strength}) \times \text{tebal material}}{10000} \quad (2.2)$$

Keterangan : keliling bentuk material (mm)
Shear strength (N/mm²)
 Tebal material (mm)

Contoh perhitungan kekuatan mesin *press* untuk *plat mild steel* (*shear strength* 345 N/mm²) dengan ukuran persegi 25mm x 100 mm dengan tebal 2 mm.

$$\frac{(25+25+100+100) \times 345 \times 2}{10000} = 17.25 \text{ ton}$$

Supaya tidak memaksakan kerja mesin *press* maka hasil penghitungan sebelumnya dibagi dengan 0.7 supaya ada *spare* kekuatan 30% diatas penggunaan tonase mesin *press*.

$$17.25/0.7 = 24 \text{ ton}$$

2.9.4 Perhitungan Kapasitas Produksi Mesin *Press*

Perhitungan kapasitas produksi di industri *press part* biasa di sebut dengan GSPH (*Gross Stroke Per Hour*) (Nasution & Putranto, 2011). Hal ini diartikan sebagai kemampuan mesin *press* dalam rangka menghasilkan *part* selama satu jam. Kapasitas produksi/GSPH ini sangat dipengaruhi oleh :

- Kecepatan Produksi (*Cycle Time*).
- Kerugian waktu saat produksi (*Down Time*).

Adapun rumus perhitungan GSPH adalah sebagai berikut :

$$GSPH = \frac{Total\ Good\ Stroke + Repair\ Stroke}{Press\ Time + DT + DCT + MCT + PCT + IP + DC \times 60} \quad (2.3)$$

Adapun rumus perhitungan *Press Time* adalah sebagai berikut :

$$Press\ Time = \frac{CT \times (Good\ Stroke + Repair\ Stroke)}{60} \quad (2.4)$$

Keterangan :

GSPH = Kapasitas Produksi dalam satu Jam (*Stroke*/menit).

Stroke = Jumlah *part* yang diproduksi (pcs).

Total Good = Jumlah *part* tanpa cacat (pcs).

Total Repair = Jumlah *part* cacat/butuh perbaikan (pcs).

DT = *Down Time*/Kerugian waktu saat produksi (menit).

DCT = *Die Change Time*/Waktu yang digunakan untuk penggantian *dies* (menit).

MCT = *Machine Change Time*/Waktu yang digunakan untuk *setting* mesin. (menit).

PCT = *Punch Change Time*/Waktu yang digunakan untuk penggantian *dies* (menit).

IP = *Inspection Part*/Waktu yang digunakan melakukan inspeksi terhadap *part* (menit).

DC = *Die Cleaning*/Waktu yang digunakan untuk membersihkan *dies* (menit).

Press Time = Waktu melakukan proses *Press* (menit).

CT = *Cycle Time*/Kecepatan Produksi

2.10 *Poka Yoke*

Poka Yoke dalam bahasa jepang yang berarti mencegah kesalahan merupakan teknik yang dikembangkan oleh Shigeo Shingo pada tahun 1961. *Poka Yoke* menggunakan peralatan pada *tool* proses untuk mencegah kesalahan oleh tenaga

kerja atau mesin yang menghasilkan *defect*. Filosofi *Poka Yoke* bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan menyederhanakan proses, membuat lebih efisien, mengurangi jumlah kesalahan dan meningkatkan keseluruhan efisiensi dalam sistem. *Poka Yoke* dapat digunakan dimana saja kesalahan dapat terjadi dan dapat diimplementasikan pada setiap proses untuk membantu pekerja, meningkatkan kualitas serta *output* dari proses. *Poka Yoke* dapat membantu mengeliminasi waste yang disebabkan oleh *over production, inventory, waiting, transportation, motion* dan *over processing*. (Miraless, Holt, Marin-Garcia, & Canos-Daros, 2011).

Hasil dari konsep ini di masa yang akan datang adalah pengurangan energi, waktu dan sumber yang dapat mengakibatkan kesalahan. *Poka Yoke* adalah salah satu komponen utama sistem *Shingo's zero Quality Control*, konsep ini bertujuan untuk tidak menghasilkan produk yang cacat (*Zero defective product*), yaitu merancang produk atau proses sehingga kesalahan tidak mungkin terjadi atau setidaknya kesalahan tersebut mudah dideteksi dan di perbaiki (Nazlina, 2005)

Tiga fungsi dasar penerapan *Poka Yoke* adalah sebagai berikut:

1. *Control*, yaitu pengawasan atau pengontrolan proses untuk mencegah kesalahan atau kerusakan mengalir ke proses berikutnya.
2. *Shutdown*, yaitu proses pemberhentian pekerjaan jika terdeteksi kesalahan atau kerusakan.
3. *Warning*, memberikan peringatan jika terdapat ketidaknormalan, kesalahan ataupun kerusakan.

Menurut Nazlina (2005), langkah-langkah dalam menerapkan *Poka Yoke* adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi kemungkinan salah yang masih dapat muncul dalam tindakan pencegahan.
2. Tentukan sebuah cara untuk mendeteksi sebuah kesalahan atau kegagalan yang ada atau yang akan muncul.
3. Identifikasi dan tentukan tindakan spesifik yang dilakukan pada saat kesalahan terdeteksi.

Beberapa contoh penerapan *Poka Yoke* adalah sebagai berikut :

- Konektor USB *computer* yang tidak dapat dimasukkan terbalik.
- Alarm berbunyi saat mobil diparkir mundur, serta *seatbelt* harus digunakan agar indikator peringatan tidak menyala.
- Pintu lift tidak bisa dibuka saat lift bergerak.
- Memberikan signal *alarm* jika suhu timah dalam solder mesin menurun.
- Pemakaian sensor dalam produksi.

2.11 *Net Present Value* (NPV)

Kelayakan dari suatu kegiatan usaha diperhitungkan atas dasar besarnya laba finansial yang diharapkan. Kegiatan usaha dikatakan layak jika memberikan keuntungan finansial, sebaliknya kegiatan usaha dikatakan tidak layak apabila kegiatan usaha tersebut tidak memberikan keuntungan finansial (Kasmir & Jakfar, 2003). Maka untuk menyusun berbagai peluang investasi telah dikembangkan suatu metode yang dapat digunakan dalam menganalisis suatu proyek, metode yang dimaksud adalah kriteria investasi (*Investment Criteria*) suatu proyek adalah investasi minimum yang secara ekonomis dan teknik layak dilaksanakan (Manopo, Tjakra, Mandagi, & Sibi, 2013)

Analisa kriteria investasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Net Present Value* (NPV). *Net Present Value* adalah kriteria investasi yang banyak digunakan dalam mengukur apakah suatu proyek *feasible* atau tidak. *Net present value* adalah suatu teknik *capital budgeting*, yang dalam mengukur profitabilitas rencana investasi proyek mempergunakan faktor nilai waktu uang. Kriteria nilai bersih sekarang (NPV) didasarkan atas dasar konsep diskonto semua arus kas masuk dan keluar selama umur proyek (investasi) kenilai sekarang, kemudian dihitung angka bersihnya akan diketahui selisih dengan memakai dasar yang sama yaitu harga pasar saat ini (Grant, 1996).

Dalam investasi proyek apakah proyek tersebut layak atau tidak layak, dinyatakan oleh nilai *net present value* (NPV). Untuk NPV yang memberikan nilai positif atau lebih besar nol berarti proyek tersebut layak untuk dilaksanakan, apabila NPV memberikan nilai negative atau lebih kecil nol berarti proyek tersebut mengembalikan persis sebesar *opportunity cost* faktor produksi modal (Gray,

Simanjuntak, Maspaitella, Varley, & Sabur, 1993). Penggunaan NPV ini untuk menilai apakah usulan rekomendasi perbaikan layak untuk dilakukan perusahaan.

Rumus perhitungan NPV adalah sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(c)t}{(1 + I')^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(c_o)}{(1 + I')^t} \quad (2.5)$$

Dimana :

NPV = Nilai sekarang netto

(C)t = Aliran kas masuk tahun ke-t

(Co)= Aliran kas keluar tahun ke-t

N = Umur unit usaha hasil investasi

i = Arus pengembalian

t = waktu

2.12 Penelitian Terdahulu

Penulis (tahun)	Judul	Metode (tools)	Hasil
Ismail (2011)	Implementasi Lean Production System menggunakan Value Stream Mapping di Line Small Press Stamping	Lean, VSM, FMEA, Toyota's Jishuken	Pada Area small press stamping diberikan rekomendasi perbaikan dengan menghilangkan jumping proses dari sebelumnya 150T-300T-150T menjadi one pcs flow 150T-150T-150T serta mengurangi die change time dari 17,4 menit menjadi 7,02 menit
Mahruf (2012)	Penerapan Lean Thinking untuk meningkatkan produktivitas (Study PT. XYZ mfg & co)	Lean, Valsat big picture mapping	Rekomendasi perbaikan yang dihasilkan untuk NCR adalah <i>in sheet plano</i> sebesar 16,52% dan

			NCR <i>in sheet polio</i> sebesar 47,45%
Dicky (2015)	Implementasi Lean Manufacturing dengan metode Value Stream mapping pada PT.PGP	Lean, VSM, Valsat	Menganalisa dan meminimalisasi <i>waste</i> yang terjadi pada aliran proses produksi <i>twinbed</i> . Proporsi waktu <i>transportation</i> sebesar 14% dan setelah perbaikan didapatkan hasil proporsi <i>transportation</i> sebesar 15%. Nilai <i>value added ratio</i> (VAR) sebelum perbaikan sebesar 75% setelah penerapan perbaikan nilai VAR menjadi 79%.
Penelitian ini (2016)	Perancangan Perbaikan Proses Produksi Komponen Bodi Mobil Daihatsu dengan Lean Manufacturing di PT. Inti Pantja Press Industri	Lean, VSM, Valsat, RCA, FMEA, Poka Yoke	Menganalisa dan mengidentifikasi analisa permasalahan <i>waste</i> pada proses produksi body mobil Daihatsu serta mengeliminasi <i>waste</i>

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ilmiah membutuhkan suatu kerangka penelitian yang sistematis dan terarah berdasarkan permasalahan yang ditinjau agar proses penelitian dan hal yang diperoleh tepat sasaran. Dalam bab ini dijelaskan tahapan yang akan digunakan untuk menyusun laporan penelitian. Dari masing-masing tersebut akan dijelaskan mengenai prosedur yang akan dilakukan untuk memberikan panduan agar penelitian berjalan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Secara umum alir penelitian yang dilakukan terangkum pada Gambar 3.1.

3.1 Studi Pustaka

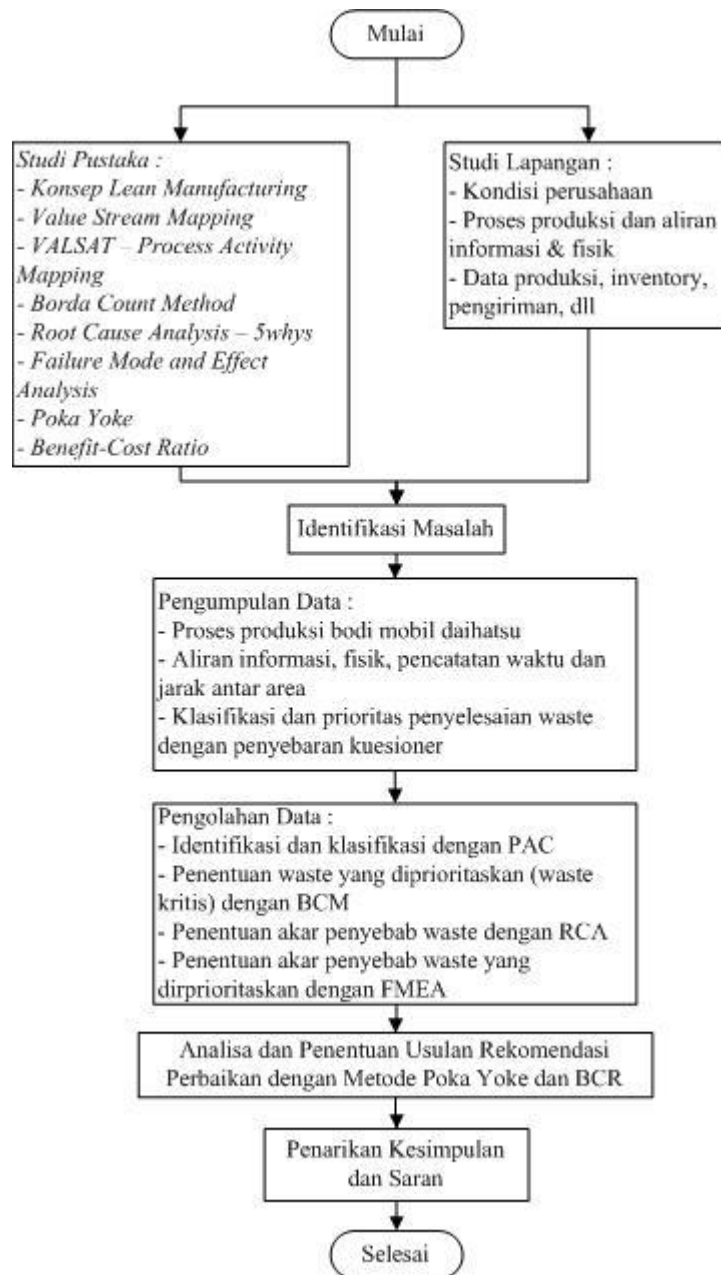
Studi pustaka merupakan pengkajian terhadap literatur buku, jurnal, dan penelitian terdahulu terkait dengan teori dan konsep-konsep yang ada beserta *tool* yang digunakan untuk analisa dan perbaikan sistem produksi untuk mengurangi *waste* yang terjadi. Tahapan ini merupakan langkah yang penting agar didapatkan teori yang terkait dengan permasalahan yang ada pada obyek penelitian.

3.2 Observasi Lapangan

Studi lapangan yaitu melakukan pengamatan secara langsung di proses produksi bodi mobil Daihatsu Xenia komponen NX-2940. Pengamatan ini dilakukan untuk memberikan pemahaman deskripsi proses produksi di perusahaan. Studi lapangan perlu dilakukan untuk memahami, mendapatkan informasi dan mengetahui kondisi nyata di perusahaan.

3.3 Identifikasi Masalah

Pada identifikasi masalah merupakan langkah awal penelitian setelah dilakukan studi pustaka dan observasi lapangan, untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di obyek penelitian. Metode *lean manufacturing* dipilih sebab didalamnya terdapat berbagai kajian dan penerapan praktis untuk menghasilkan sistem kerja yang lebih efisien. Penelusuran tujuh macam *waste* yang dilakukan menggunakan VALSAT pada obyek penelitian dipandang sebagai cara yang tepat untuk memenangkan persaingan di industri. Tahap ini akan mengidentifikasi jenis *waste* yang terdapat didalamnya. *Waste* tersebut akan direduksi atau dieliminasi sehingga nantinya didapatkan usulan perbaikan proses produksi untuk peningkatan efisiensi.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan dan pengolahan data dilakukan dengan cara wawancara, penyebaran kuesioner, dan pengamatan langsung. Tahap ini dibagi menjadi beberapa langkah, antara lain :

- Pemetaan dengan *Value Stream Mapping* (VSM) bertujuan memberikan gambaran atau *mapping* semua aliran informasi dan aliran fisik secara

sistematis dan memperjelas seluruh aktivitas produksi agar dapat diketahui kondisi dan masalah secara umum. Keseluruhan proses produksi, waktu operasi (*lead time* dan *cycle time*), jarak masing-masing area dan proses didapatkan dengan pengamatan langsung dan wawancara.

- Pembuatan *Process Activity Mapping* (PAC), salah satu *tool* VALSAT ini membantu memahami aliran proses produksi, mengidentifikasi adanya pemborosan, dengan mengelompokkan tahapan proses produksi menjadi aktivitas yang *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA) dan *NNVA Necessary but Non Value Added* (NNVA).
- *Borda Count Method* dengan penyebaran kuesioner
Setelah mengidentifikasi waste yang terjadi berdasarkan 7 *waste*, maka selanjutnya dilakukan pemilihan *waste* yang diprioritaskan untuk ditindaklanjuti dengan *Borda Count Method* (BCM). Hal ini dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada bagian yang terkait dengan proses produksi bodi mobil Daihatsu Xenia. Hasil BCM ini untuk menentukan peringkat *waste* mana yang akan diselesaikan terlebih dahulu (*waste* kritis).

3.5 Analisa dan Penentuan Usulan Rekomendasi Perbaikan

- Setelah *waste* kritis teridentifikasi, maka dilakukan pencarian akar penyebab *waste* dengan menggunakan salah satu *tool Root Cause Analysis* (RCA) yaitu 5 *Why's* dengan metode wawancara dengan bagian yang terkait dengan proses produksi bodi mobil Daihatsu. Setelah mendapatkan akar penyebab *waste* kritis maka yang harus dilakukan selanjutnya yaitu menentukan prioritas penyebab *waste* kritis yang akan ditindaklanjuti dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penyebab *waste* kritis yang diprioritaskan untuk ditindaklanjuti adalah yang memiliki nilai *risk priority number* terbesar.
- Menemukan rekomendasi untuk mereduksi atau mengeliminasi penyebab *waste* kritis sebagai usulan perbaikan proses produksi dengan metode *Poka Yoke*.
- Pembahasan yang dilakukan setelah mendapatkan hasil analisa sehingga dapat dilakukan perumusan usulan perbaikan baik dari sisi proses. Pembahasan rekomendasi perbaikan dilakukan dengan diskusi langsung

pada bagian produksi PT. Inti Pantja Press Industri untuk memastikan kelayakan penerapan rekomendasi perbaikan di perusahaan selain juga didukung oleh analisa *Net Present Value* (NPV).

3.6 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dari penelitian setelah semua pengolahan, interpretasi dan analisa data selesai dilakukan. Penarikan kesimpulan berkaitan dengan pemborosan yang terjadi, akar permasalahannya, dan rekomendasi untuk mereduksi dan mengeliminasi *waste* pada proses produksi bodi mobil Daihatsu dengan menerapkan *lean manufacturing*. Setelah itu diberikan saran-saran, baik perusahaan maupun penelitian mendatang yang berupa perbaikan maupun pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi uraian tentang langkah-langkah pengumpulan data, pengolahan data yang telah dikumpulkan serta hasilnya digunakan dalam pembahasan pemecahan permasalahan yang terjadi dan penerapan metode yang digunakan pada penelitian ini.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

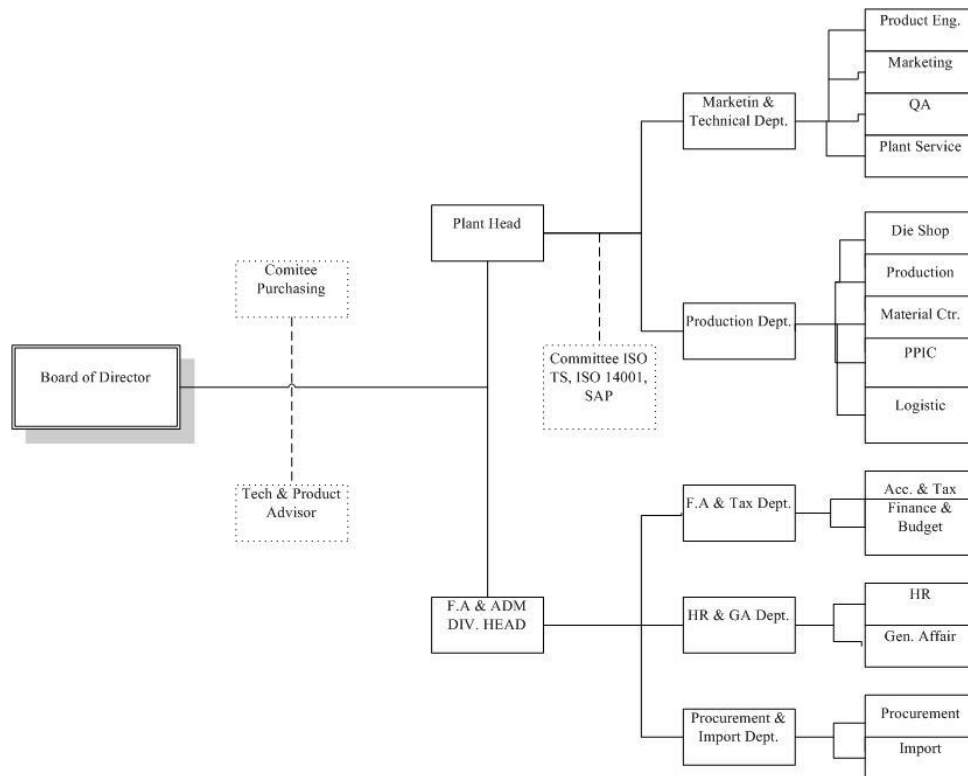
4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Inti Pantja Press Industri merupakan anak perusahaan dari PT. Astra International Tbk yang berfokus pada *Stamping Press Industry* untuk produsen kendaraan roda empat, berlokasi di Jalan Kali Abang No. 1 Pondok Ungu, Bekasi Barat. Sejarah PT. IPPI yaitu resmi berdiri pada tanggal 17 Desember 1990, setelah akta disahkan oleh notaris pada 9 Agustus 1989. Pada awal berdiri statusnya PMDN oleh Astra, baru pada tahun 1992 menjadi PMA oleh Astra dan Itochu Corp. PT. IPPI tergabung dalam Astra Motor III, bagian dari Isuzu Group. Astra Motor III sendiri terdiri dari Isuzu Group, Daihatsu Group, BMW Group, Peugeot Group, BMW Group dan Nissan Diesel Group.

Customer dari PT. IPPI adalah PT. Isuzu Astra Motor Indonesia (IAMI), PT. Astra Daihatsu Motor (ADM), PT. Honda Prospect Motor (HPM), PT. Nissan Motor Indonesia (NMI), UD Trucks. Produk yang dihasilkan di PT. IPPI yaitu *vehicle cabin, chassis, fuel tank, rear body, panel body side outer, assy gutter complete*. PT. IPPI baru dapat memproduksi 25% dari seluruh komponen *press body* ukuran sedang dan besar ($\pm 500 - 2000$ ton), sedangkan untuk komponen *press body* ukuran kecil (< 500 ton) PT. IPPI menunjuk perusahaan lain sebagai subkontraktor. PT. IPPI menerapkan sistem manajemen mutu ISO/TS 16949 dan lingkungan ISO 14001 karena bagian dari Astra Group maka menerapkan ATQC (*Astra Total Quality Control*). Status Perusahaan PT. IPPI adalah PMA (Penanaman Modal Asing) oleh PT. Astra International Tbk (89,36%) dan Itochu Corp (10.64%).

4.1.2 Struktur Organisasi

Pada Gambar 4.1 merupakan struktur organisasi dari PT. Inti Pantja Press Industri dengan masing-masing departemen serta divisinya.



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. IPPI

4.1.3 Moto Perusahaan

Core Value dari PT. IPPI yaitu **FIRST**, *Focus On Customer, Integrity, Responsibility, Synergy* dan *Teamwork*. Visi dari PT. Inti Pantja Press Industri adalah, sebagai berikut:

1. Memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan dengan memenuhi persyaratan Q, C, D, S, M, E (*Quality, Cost, Delivery, Safe, Morale, Environment*).
2. Mengendalikan seluruh proses dari awal hingga hasil akhir dengan menerapkan *Buid in Quality*.
3. Mencegah pencemaran lingkungan, menjaga keamanan dan kenyamanan serta menciptakan nihil kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

4. Memenuhi peraturan perundang-undangan, persyaratan lain yang berlaku serta menjalin hubungan baik dengan pemerintah, masyarakat, *supplier*, karyawan dan pihak-pihak terkait.
5. Melakukan pengembangan berkelanjutan (*continual improvement*) dalam penerapan sistem manajemen dan berpedoman pada “Catur Dharma Astra”. “Catur Dharma Astra” adalah sebagai berikut :
 1. Menjadi milik yang bermanfaat bagi bangsa dan Negara.
 2. Memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan
 3. Menghargai individu dan membina kerja sama.
 4. Berusaha mencapai yang terbaik.

4.2 Proses Manufaktur dan Produk PT. Inti Pantja Press Industri

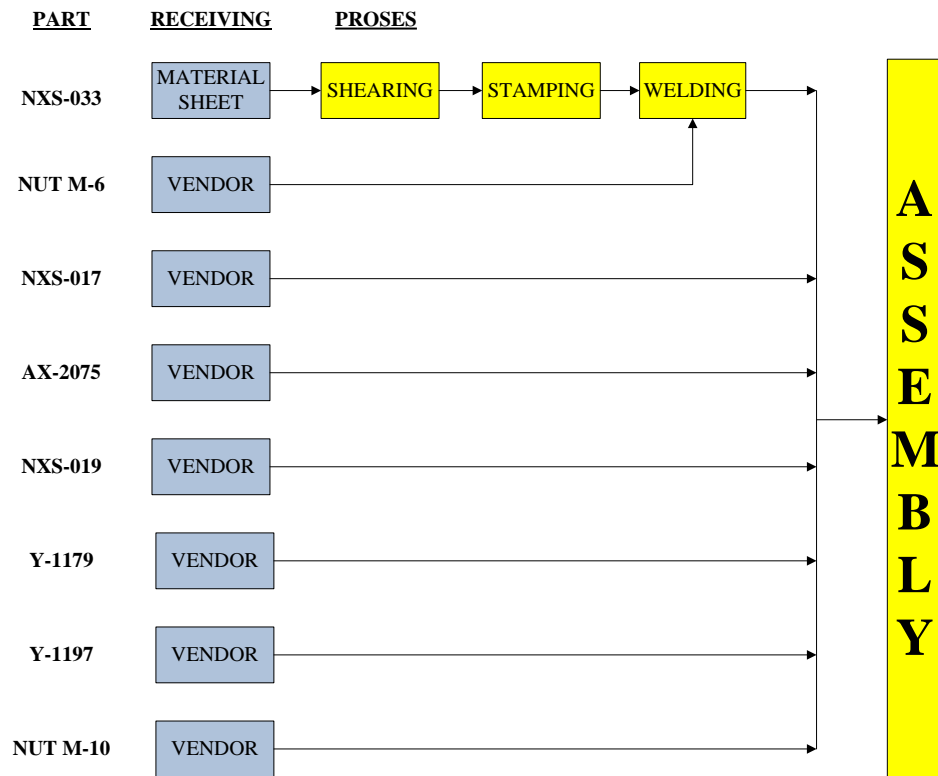
PT. Inti Pantja Press Industri melakukan proses manufakturing komponen bodi mobil Daihatsu Xenia meliputi proses *shearing* (pemotongan *material sheet*), proses *stamping/press*, proses *assy* (pemasangan *nut*) dan proses *subassy* (perakitan dua atau lebih komponen-komponen). Pada proses perakitan, PT. IPPI merakit komponen bodi yang berasal dari CKD (*Completely Knock Down*) bersama dengan komponen yang diproduksi *in-house*. Hasil produksi di PT. IPPI berupa produk yang langsung digunakan pada kendaraan hasil produksi produsen mobil Daihatsu Xenia di *Assembly Plant* PT. Astra Daihatsu Motor. Produk yang dihasilkan di PT. Inti Pantja Press Industri salah satunya mobil Daihatsu Xenia, berikut ini merupakan komponen Daihatsu Xenia yang dihasilkan di PT. IPPI (Lampiran 1).

- *Crossmember, Frame*
- *Reinf Sub Assy Quarter Panel*
- *Extension Quarter Panel Outer*
- *Extension Quarter Panel Upr*
- *Ext Qtr Panel To Upr Back*
- *Reinforcement Roof Side Inner*
- *Reinf Back Door Opening Lwr*
- *Retainer, Seat Rail, Fr*
- *Pnl Sub Assy Roof Side Inner*

- *Panel,Cowl Top,Outer*
- *Reinforcement,Cowl Top,Inner Upr*
- *Brkt,Wiper Mtr Mnting,No 1*
- *Retainer,Wiper Shaft Side*
- *Member Sub Assy;Floor Front*
- *Brkt Eng Rr Mounting Member*
- *Mbr Sb Assy Floor Sd Inr Rh*
- *Rf, Park Brake Base To Flr Pan*
- *R/F Sub-Assy, Quarter Pnl*
- *Bracket, Fr Seat, Inside*
- *Brkt Wire Harness Clam*
- *Mbr Fr Floor Cross Side*
- *Brkt Eng Rr Mtg Mbr*
- *Plate, Engine Rr Mountin*
- *Pnl Qtr W/House Inr*
- *Cr0ss Mbr Frame No 02 Upr*
- *R/F Dash Panel (Assy)*
- *Pan Front Floor*
- *Reinforcement, Fr Floor, No.3*
- *Mbr Frt Floor Cross*
- *Bracket, Fr Seat, Inside*
- *Renft Park Brake Bs To Flr Pan*
- *Reinf Side Panel Brace Rear*

Produk amatan yang dipilih dalam penelitian ini yaitu produk NX-2940 *Member Sub Assy Floor Side Inner Rh* (Rhd), produk ini dipilih karena produk ini memiliki *volume* terbesar yang diproduksi, melewati seluruh proses manufaktur yang ada di PT. Inti Pantja Press Industri, dan diproduksi setiap hari serta dilakukan pengiriman ke *customer* setiap hari.

4.3 Flow Proses Produk NX-2940



Gambar 4. 2 Flow Process Manufacturing NX-2940

Dari *flow* proses produksi NX-2940 pada Gambar 4.2 maka proses-proses yang dilakukan untuk membuat produk tersebut yaitu, sebagai berikut:

1. *Shearing*

Proses *shearing* dilakukan dari pemotongan *material sheet* yang mana 1 lembar *material* bisa menjadi 4 lembar untuk material NXS-033 yaitu material untuk produk NX-2940. Proses *shearing* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 Mesin *Shearing*

2. *Stamping*

Setelah *material sheet* dipotong proses selanjutnya yaitu proses *stamping* untuk mendapatkan bentuk produk NXS-033. Kemudian hasil dari *stamping* akan diletakkan di *Work-in-Process warehouse*. Proses *stamping* dan *WIP warehouse* dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4. 4 Mesin *Stamping*



Gambar 4. 5 WIP Warehouse NXS-033

3. *Assy (Welding Nut)*

Proses selanjutnya yaitu *assy nut* adalah pemasangan *nut* M.6 pada produk NXS-033 dengan cara dilas atau *welding*. Proses *assy (nut)* dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Proses Assy (*Nut*)

4. *Sub Assembly*

Beberapa material dibuat atau dipesan di *vendor* baru kemudian dilakukan proses *subassy* produk NX-2940. Proses *subassy* dan hasil dari *subassy* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 berikut

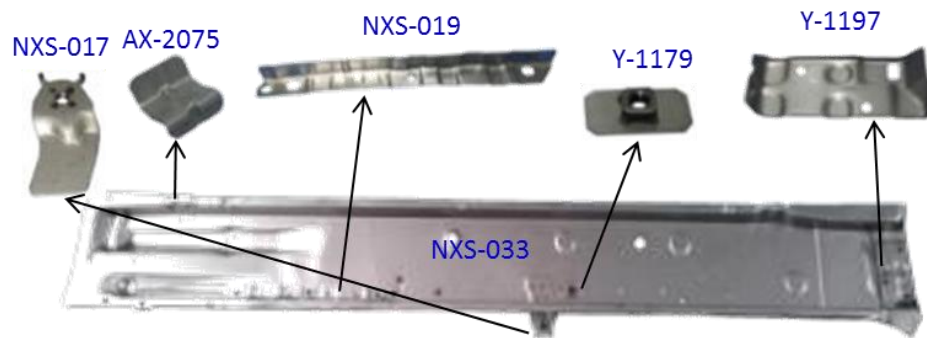


Gambar 4. 7 Proses *Subassy*



Gambar 4. 8 Hasil Proses *Subassy NX-2940*

Komponen yang dihasilkan dan beberapa komponen pembentuk yang berasal dari *vendor/subcont* kemudian akan diproses menjadi produk NX-2940, MBR SB ASSY FLOOR SD INR RH(RHD) merupakan *part* bagian dalam di samping pintu kanan mobil Daihatsu Xenia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 berikut. Apabila proses *subassy* telah selesai maka produk yang telah jadi akan diletakkan pada *pallet* khusus dan akan ditempatkan pada area *prepared delivery* dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 9 Produk NX-2940 dengan komponen pembentuknya



Gambar 4. 10 Area *Prepared Delivery* Penempatan Pallet NX-2940

4.4 Data Observasi Produksi NX-2940

Setelah diketahui *flow process* produksi NX-2940 maka tahap selanjutnya yaitu melakukan observasi maupun wawancara guna mendapatkan data yang dibutuhkan dalam pembuatan *Value Stream Mapping*.

4.4.1 Data Customer Demands dan Takt Time

Data *Monthly demand* adalah sebesar 17.715 unit, data ini diketahui dari data laporan produksi pada bulan November 2016, kemudian jumlah hari kerja dalam 1 bulan yaitu 22 hari maka akan didapatkan *customer demands* sebagai berikut:

$$Customer\ Demands = \frac{17.715\ unit}{22\ hari} = 805\ pcs/day.$$

Terdapat 2 *shift* dengan jam kerja 8 jam per harinya maka total waktu kerja per hari $8 \times 2 = 16$ jam $\times 60$ menit = 960 menit = 41.400 detik.

$$Takt\ Time = \frac{waktu\ kerja\ per\ hari\ (detik)}{customer\ demands\ per\ day\ (units)} = \frac{57.600}{805} = 71,55\ detik$$

4.4.2 Data Jumlah Mesin dan Jenis Mesin

Mesin untuk pemotongan *material sheet* berjumlah satu, kemudian untuk proses *stamping* pada *line D* terdapat tiga mesin dengan ukuran 1000T, 630T dan 630T, selanjutnya pada mesin *assy projection nut* terdapat satu mesin dan proses *subassy* terdapat dua mesin, tabel 4.1 berikut menjelaskan jenis mesin dan jumlah mesin.

Tabel 4. 1 Data jenis mesin jumlah mesin

No.	Jenis Mesin	Jumlah Mesin
1.	Shearing (LVD 2)	1
2.	Press (Line D)	3
3.	Assy (Projection Nut)	1
4.	Subassy (Stand Gun)	2

4.4.3 Data Manpower

Berikut Tabel 4.2 merupakan informasi jumlah *manpower* untuk masing-masing area stasiun kerja dan *material handling*.

Tabel 4. 2 Jumlah *manpower* untuk tiap proses

No.	Jenis Mesin	Jumlah Operator	Material Handling
1.	Shearing (LVD 2)	2	1 (forklift)
2.	Press (Line D)	10	3 (forklift dan crane)
3.	Assy (Projection Nut)	1	-
4.	Subassy (Stand Gun)	2	1

4.4.4 Data Lead Time masing-masing Proses

Lead time yang dibutuhkan material dari *subcont/vendor* adalah sebesar 1 hari. Kemudian *lead time* masing-masing proses *shearing* ke *press* kemudian ke *assy* maupun *subassy* adalah paling lama sebesar 1 hari.

4.4.5 Data Process Cycle Time (C/T)

1. Mesin *Shearing*

Pengambilan data sebanyak 10 kali proses *shearing*, 1 *material sheet* dipotong menjadi 4 lembar *sheet* maka didapatkan 40 produk yang baik atau tidak *defect*, pengambilan data waktu dilakukan pada tanggal 21 November 2016, berikut ini data pengambilan waktu pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data pengukuran *cycle time* proses *shearing*

No.	Waktu (detik)
1.	21.33
2.	22.04
3.	21.28
4.	21.93
5.	20.80
6.	21.28
7.	21.63
8.	21.96
9.	22.26
10.	21.63

$$\text{Cycle Time Mesin Shearing} = \frac{216,14 \text{ detik}}{40 \text{ produk}} = 5,4 \text{ detik}$$

2. Mesin Press

Pengambilan data pada 3 mesin dihasilkan 20 produk yang baik atau tidak mengalami *defect*, pengambilan data dilakukan pada tanggal 29 November 2016, berikut ini data pengambilan waktu dari ketiga mesin pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data pengukuran *cycle time* proses *stamping*

No	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3
1	7.75	6.99	6.89
2	7.81	7.41	6.99
3	13.23	6.43	7.91
4	7.88	6.24	6.83
5	7.1	6.36	6.03
6	7.8	7.89	8.23
7	7.93	6.08	6.01
8	6.65	7.92	7.61
9	6.11	6.45	6.25
10	6.26	6.29	7.81
11	6.66	10.02	10.16
12	7.81	6.65	6.05
13	6.51	7.52	7.12
14	6.19	6.53	6.78
15	7.19	7.24	6.69
16	7.43	6.74	6.92
17	6.09	7.23	6.28
18	7.85	6.78	7.53
19	7.71	6.83	6.41
20	6.73	8.01	7.22

$$\text{Waktu mesin 1} = \frac{148,69 \text{ detik}}{20 \text{ produk}} = 7,43 \text{ detik} \mid \text{Waktu Mesin 2}$$

$$= \frac{141,61 \text{ detik}}{20 \text{ produk}} = 7.08 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu Mesin 3} : \frac{141,72 \text{ detik}}{20 \text{ produk}} = 7.08 \text{ detik}$$

$$\text{Cycle Time Mesin Press} = \frac{432,02 \text{ detik}}{3} = 7,2 \text{ detik}$$

3. Proses Assy (*Projection Nut*)

Pengambilan data sebanyak 10 kali dihasilkan produk yang baik atau tidak mengalami *defect* sebanyak 10 produk, pengambilan data waktu dilakukan pada tanggal 21 November 2016, berikut ini data pengambilan waktu pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Data pengukuran *cycle time* proses *assy (nut)*

No.	Waktu (detik)
1.	30.24
2.	30.03
3.	30.65
4.	29.80
5.	30.45
6.	30.34
7.	30.08
8.	30.10
9.	29.90
10.	29.94

$$\text{Cycle Time Assy (nut)} = \frac{301,53 \text{ detik}}{10 \text{ produk}} = 30,1 \text{ detik}$$

4. Proses *subassy*

Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dihasilkan 10 produk *assembly* yang baik atau tidak mengalami *defect*, pengambilan data waktu dilakukan pada tanggal 21 November 2016, berikut ini data pengambilan waktu pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Data pengukuran *cycle time* proses *subassy*

No.	Waktu (menit)
1.	01.12
2.	01.04
3.	01.19

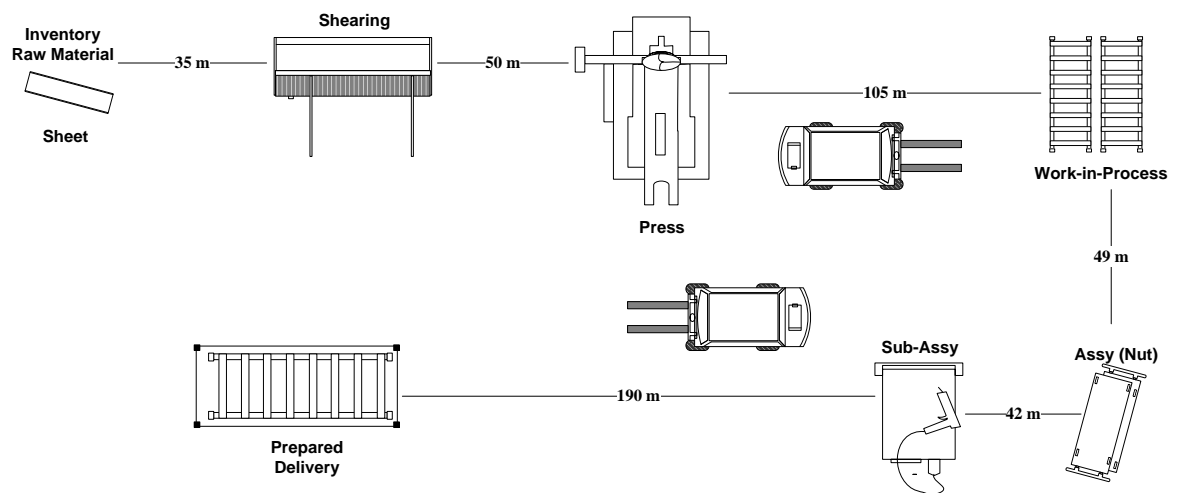
4.	01.09
5.	01.16
6.	01.22
7.	01.07
8.	01.03
9.	00.58
10.	01.06

$$\text{Cycle Time Subassy} = \frac{696 \text{ detik}}{10 \text{ produk}} = 69,6 \text{ detik}$$

4.4.6 Data Jarak masing-masing Proses

Pengambilan data jarak berdasarkan lokasi masing-masing area mesin atau area proses serta area *work in process* (WIP), dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.

- Warehouse raw material ke mesin *shearing* **35 m**
- Mesin *shearing* ke mesin *press* **50 m**
- Mesin *press* ke area *work in process* sebelum *subassy* **105 m**
- Area *work in process* ke *assy (nut)* **49 m**
- Area hasil *assy (nut)* ke mesin *subassy* **42 m**
- Area *subassy* ke area *prepared delivery* **190 m**

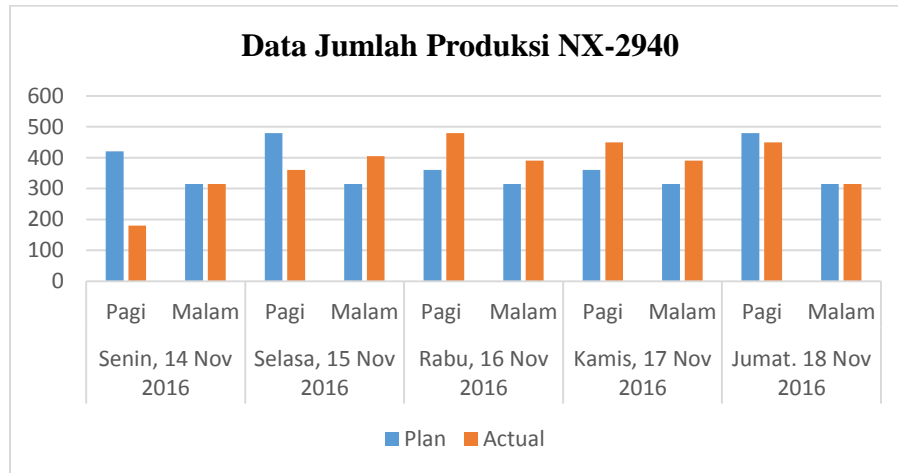


Gambar 4. 11 Jarak Antar Proses

4.4.7 Data Jumlah Produksi NX-2940

Pada penelitian ini data yang dikumpulkan berupa data jumlah produksi aktual NX-2940. Pada Gambar 4.12 berikut merupakan data jumlah produksi aktual

NX-2940 pada 14 November – 18 November 2016. Pada tanggal 14 dan 15 November 2016 produksi aktual lebih sedikit daripada *plan* hal ini terjadi karena terdapat *single part* kurang atau tidak ada.



Gambar 4. 12 Grafik Jumlah Produksi Aktual NX-2940

4.4.8 Data Quality Rate

Data *quality rate* digunakan untuk mengetahui seberapa besar *defect* yang terjadi pada tiap area atau proses produksi NX-2940 dalam satu kali proses produksi.

4.4.8.1 Mesin Press

Berdasarkan data internal perusahaan dari bagian *Quality Assurance* diketahui data *reject* pada mesin *press* pada bulan September dan Oktober 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Data produksi *reject* pada mesin *press*

	Produksi	Reject
Oct-16	720	1
	600	1
	500	5
	280	1
Sep-16	360	2
	600	3
	240	1
	480	2
	600	6
	600	2

	480	1
	600	3
	240	1
	645	4
	180	1
	480	2
Total	7605	36

$$Defect Rate = \frac{36}{7605} = 0,47\%$$

$$maka Quality Rate = 100\% - 0,47\% = 99,53\%$$

4.4.8.2 Proses Subassy

Berdasarkan data internal perusahaan dari bagian *Quality Assurance* diketahui data *reject* pada proses *subassy* pada bulan September dan Oktober 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 8 Data produksi *reject* pada proses *subassy*

	Produksi	Reject
Oct-16	331	1
	332	2
Sep-16	391	1
Total	1054	4

$$Defect Rate = \frac{4}{1054} = 0,38\%$$

$$Maka quality rate pada proses subassy yaitu 100\% - 0,38\% = 99,62\%$$

4.4.8.3 Area Prepared Delivery

Berdasarkan hasil wawancara dengan *supervisor* dan *foreman* bagian *inventory finish part* pada area *prepared delivery* terdapat 2 atau 3 *pcs finish part* produk yang mengalami karat dalam 1 pallet, 1 pallet berisi 15 *pcs* produk NX-2940.

$$Defect Rate = \frac{3}{15} = 20\%$$

$$Maka quality rate pada area prepared delivery yaitu 100\% - 20\% = 80\%$$

4.4.9 Data Uptime

Pada proses produksi terjadi *downtime* hanya pada proses di mesin *press*, yaitu sebesar ± 15 menit pada proses produksi selama 60 menit.

$$\frac{\text{Downtime}}{\text{Waktu proses}} = \frac{15 \text{ menit}}{60 \text{ menit}} = 25\%, \text{ maka Uptime} = 100\% - 25\% = 75\%$$

4.4.10 Data Pengambilan Produk oleh Customer

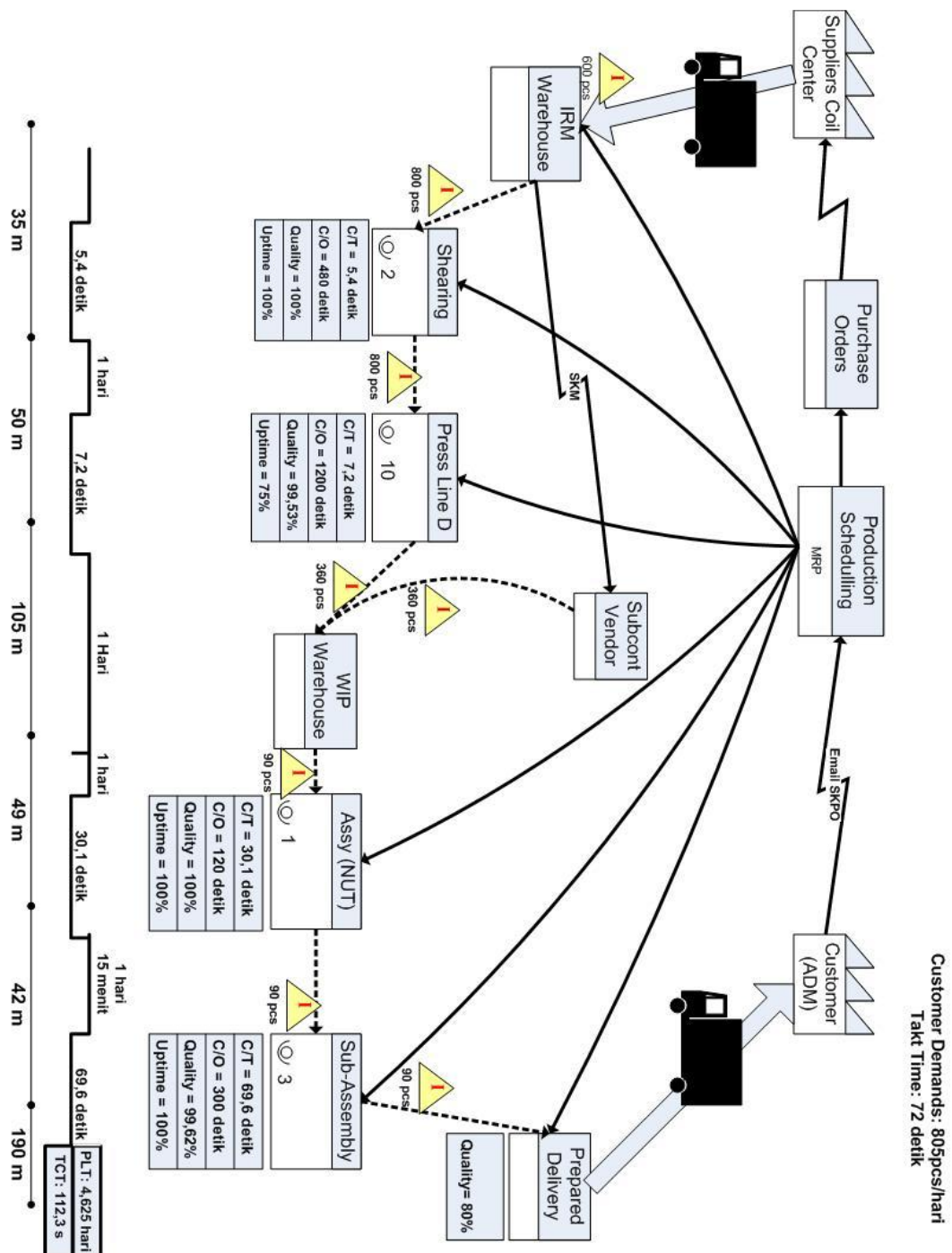
Proses *delivery* dilakukan pengambilan oleh customer PT. ADM dengan *cycle issue* 1-8-8 yang artinya dalam 1 hari, terdapat 8 kali kedatangan dalam 8 kurun waktu yang berbeda. Adapun waktu jadwal pengambilan yang dilakukan oleh PT. Astra Daihatsu Motor adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 9 Data pengambilan produk oleh PT. ADM dalam 1 hari

<i>Cycle</i>	<i>Pick up Time PT. ADM</i>
1	3:25
2	4:45
3	7:30
4	9:40
5	11:30
6	16:00
7	17:00
8	23:30

4.5 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping bermanfaat untuk melihat aliran proses fisik dan informasi material pada proses produksi NX-2940. Setelah semua data terkumpul selanjutnya dibuat *current state map*. *Current State Map* ini menunjukkan kondisi aktual yang terjadi pada rantai produksi produk NX-2940 di PT. IPPI dapat dilihat pada Gambar 4.13. Pada Gambar 4.13 terlihat bahwa pertama-tama *customer* dalam hal ini PT. Astra Daihatsu Motor me-release order yang berupa SKPO (*Summary Kanban Purchase Order*) melalui e-mail kepada bagian *marketing* PT. Inti Pantja Press Industri. Informasi dari bagian *marketing* selanjutnya diteruskan ke bagian PPC, pemesanan dilakukan dengan frekuensi satu bulan sekali langsung dalam jumlah *unit* mobil, yang nantinya dari informasi ini akan dibuat MRP (*Material Requirement Planning*) dan MPS (*Master Production Scheduling*) dengan BOM (*Bill of Materials*) dari masing-masing per *unit*-nya. Setelah informasi *order* diterima kemudian dibuat perencanaan produksi dibagi jumlah hari kerja yaitu 22 hari yang diteruskan ke bagian terkait diantaranya bagian IRM (*Inventory Raw Material*) untuk pengadaan bahan baku dari *coil center*, bagian produksi untuk pembuatan jadwal proses produksi, dan subkontraktor yang mengerjakan *part-part* kecil komponen pembentuk produk.



Gambar 4. 13 Value Stream Mapping

Pengiriman *material sheet* dari *coil center* ke *IRM warehouse* dilakukan setiap 3 hari sekali, sedangkan pengiriman *material* dari *subcont* berupa SKM (*Summary Kanban Material*) melalui e-mail dengan *lead time* selama 1 hari. Dalam satu kali pengiriman *material* dari *subcont* biasanya *stock* dapat digunakan untuk 3 hari. Setelah *material* tersedia selanjutnya diproses untuk pemotongan *material sheet* atau proses *shearing*, proses pemotongan ini dari 1 lembar *material sheet* bisa menjadi 4 lembar *material sheet* yang ditempatkan pada *pallet* khusus hasil *shearing*. Proses selanjutnya yaitu proses *stamping* untuk membentuk *material sheet* menjadi produk NXS-033, proses *stamping* di *Press Line D* dengan 3 mesin yaitu mesin pertama ukuran 1000 ton untuk proses *drawing*, mesin kedua ukuran 630 ton untuk proses *trimming* dan yang terakhir mesin ketiga ukuran 630 ton untuk proses *piercing*. Setelah selesai proses *stamping* hasilnya akan diletakkan pada *pallet* khusus yang nantinya akan diletakkan di *Work in Process (WIP) Warehouse* menggunakan *forklift*.

Kemudian setelah hasil dari proses *stamping* diletakkan di *WIP warehouse* untuk selanjutnya dilakukan proses *assy* atau *welding nut* yaitu pemasangan *nut* M.6 dengan cara di-*welding* pada produk NXS-033. Pada proses ini *manpower* hanya 1 orang yang bertanggung jawab melakukan proses serta *material handling* sebelum dan sesudah proses *assy welding nut*. Selanjutnya yang terakhir adalah proses *subassy* yaitu penggabungan beberapa komponen menjadi satu kesatuan produk NX-2940, yang mana *material* juga berasal dari *subcont* digabungkan dengan *material* utama NXS-033.

Hasil akhir dari proses *subassy* akan dilakukan inspeksi dahulu sebelum diletakkan pada *pallet* khusus dengan jumlah 15 pcs/*pallet* baru kemudian disimpan di area *prepared delivery*. Produk NX-2940 yang telah berada di *pallet area prepared delivery* siap diambil oleh PT. ADM, pengambilan dilakukan dengan *cycle issue* 1-8-8 yaitu dalam 1 hari pengambilan dilakukan sebanyak 8 kali dalam 8 kurun waktu yang berbeda. Dari *current state map* dapat diketahui *Total Cycle Time* produksi NX-2940 yaitu sebesar 112,3 detik, sedangkan *Process Lead Time* produksi NX-2940 yaitu sebesar 4,625 hari. Perhitungan *takt time* berhubungan dengan jumlah *demand* dari pelanggan setiap bulannya, sehingga besaran *takt time*

dapat dapat berubah-ubah mengikuti aktual permintaan *customer*, oleh karena itu *continous improvement* harus selalu dilakukan guna memenuhi permintaan pelanggan yang bersifat fluktuatif.

Berdasarkan hasil dari *value stream mapping* maka dapat diketahui bahwa terdapat *downtime* pada proses *press* yaitu sebesar 25%, hal ini disebabkan terjadi *dies trouble* selama 15 menit dalam 60 menit proses produksi. Selain itu dapat diketahui juga bahwa masih terdapat produk *defect* di lantai produksi yaitu pada proses *press* sebesar 0,47% hal ini terjadi karena pada saat proses *press* terjadi *part minus* atau pecah, *shockline* dan baret sehingga produk langsung *reject* karena tidak dapat di-*repair*. *Defect* pada proses *subassy* sebesar 0,38% hal ini terjadi karena *spot* meleset pada saat proses dan *defect* yang terbesar di area *prepared delivery* yaitu sebesar 20% hal ini terjadi karena disebabkan oleh beberapa hal yaitu karena musim hujan, area *warehouse* yang terbuka serta *finish part* disimpan lebih dari satu hari yang menyebabkan timbulnya karat, dan karat ini biasanya terjadi setelah produk di *pallet* diberi *tag OK* oleh bagian *quality assurance*.

4.6 Process Activity Mapping

Process Activity Mapping merupakan sebuah *tool* untuk menggambarkan proses produksi untuk pemenuhan *order* yang dilakukan secara jelas per detail langkah demi langkah. Tujuan penggunaan *Process Activity Mapping* untuk mengetahui klasifikasi aktivitas yang bernilai tambah maupun aktivitas yang tidak bernilai tambah, baik yang bisa dikurangi maupun tidak. *Tool* ini dapat memudahkan untuk melihat *flow process* dan identifikasi terjadinya *waste* serta memperbaiki *value-added flow process*. Penggambaran *mapping* ini dapat membantu identifikasi adanya *waste* atau pemborosan sepanjang *value stream*, serta mengetahui apakah proses produksi dapat dibuat lebih efisien, dan mengidentifikasi bagian-bagian proses yang perlu dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak perlu. Berdasarkan data yang terkumpul melalui observasi seluruh proses di lantai produksi dan pengambilan waktu langsung, selanjutnya diolah menjadi *Process Activity Mapping* dari proses produksi NX-2940 pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4. 10 *Process Activity Mapping*

No.	Aktivitas	Waktu (menit)	Aktivitas					Klasifikasi		
			O	T	I	S	D	VA	NVA	NNVA
1	Kedatangan material sheet	5		x						x
2	Setting mesin shearing		x							x
3	Setting pallet khusus hasil shearing		x							x
4	Ambil material dari table lifter ke mesin shearing	0.05	x							x
5	Proses shearing	0.35	x					x		
6	Cek 3 pcs pertama hasil shearing	0.34			x					x
7	Pemindahan pallet material (forklift)	0.52	x							x
8	Penempatan pallet khusus hasil shearing baru	1	x							x
9	Pemindahan hasil shearing ke WIP mesin Press	3				x				x
10	Setting Die dan Setting mesin press	6	x							x
11	Setting Tinggi Slide	15					x			x
12	Setting material (crane)	5	x							x
13	Ambil material sheet dan proses <i>stamping</i>	1	x					x		
14	Cek 3 pcs pertama proses press	6			x					x
15	Palleting hasil press	0.25	x							x
16	Inspeksi hasil press (sampling)	10			x					x
17	Pemindahan hasil press ke WIP assy (nut)	5				x				x
18	Prepare material dan setting mesin assy (nut)	5	x							x
19	Proses assy (nut)	0.5	x					x		
20	Cek 3 pcs pertama proses assy (nut)	1.2			x					x
21	Ambil pallet material dan pemindahan hasil assy	15				x				x
22	Inspeksi hasil asyy (nut)	3			x					x
23	Menunggu proses assy (nut)	7.5					x		x	
24	Prepare material dan setting mesin subassy	5	x							x
25	Proses subassy (stand gun)	1.14	x					x		
26	Cek 3 piece pertama proses subassy (stand gun)	1			x					x
27	Palleting hasil subassy (stand gun)	3				x				x
28	Inspeksi hasil subassy (stand gun)	15			x					x
29	Simpan pallet hasil di area prepared delivery	20		x						x

Pengambilan aktivitas juga dilihat dan dibandingkan dengan *Standard Operation Procedure* (SOP) yang ada, tetapi juga mendokumentasikan aktivitas yang dilakukan diluar SOP sehingga dapat dilihat dengan jelas aktivitas yang berupa *waste* yang dilakukan oleh operator. Pada pengelompokkan aktivitas dibagi menjadi lima kategori, yaitu O (*operation*), T (*transport*), I (*inspection*), S (*storage*) dan D (*delay*). Dari tabel *Process Activity Mapping* klasifikasi dapat dikategorikan menjadi tiga kategori, yaitu aktivitas yang bernilai tambah atau *value added* (VA), aktivitas yang tidak bernilai tambah atau *non-value added* (NVA), dan aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi diperlukan dalam proses produksi atau *necessary non-value added* (NNVA).

4.7 Penentuan Waste Kritis dengan *Borda Count Method*

Penentuan *waste* kritis yaitu *overproduction*, *defects*, *unnecessary inventory*, *inappropriate processing*, *excessive transportation*, *waiting* dan *unnecessary motion* dengan menggunakan *Borda Count Method* (BCM). Penggunaan metode BCM ini dengan melakukan penyebaran kuesioner (lampiran 2) kepada responden sebanyak lima orang kepada bagian yang terkait dan bertanggung jawab langsung pada proses produksi, yaitu *supervisor* beberapa bagian, *inventory raw material* (IRM), *production planning control* (PPC), produksi, *quality assurance* (QA), dan *inventory finish part* (IFP). Ketentuan pemberian skor yaitu nilai 1 merupakan nilai tertinggi atau *waste* yang sering/banyak terjadi sedangkan nilai 7 merupakan nilai terendah atau *waste* yang jarang terjadi pada proses di lantai produksi. Hasil dari kuesioner BCM 7 *waste* dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4. 11 Hasil kuesioner BCM 7 *waste*

<i>Waste</i>	Responden				
	P. Ruri (PPC)	P. Heri (Produksi)	P. Galih (IFP)	P. Eko (QA)	P. Rajief (IRM)
<i>Overproduction</i>	5	6	2	3	5
<i>Defects</i>	1	3	1	6	4
<i>Unnecessary Inventory</i>	4	7	3	4	3
<i>Inappropriate Processing</i>	6	5	7	5	7
<i>Excessive Transportation</i>	3	4	4	7	1
<i>Waiting</i>	2	1	5	2	2
<i>Unnecessary Motion</i>	7	2	6	1	6

Dari hasil kuesioner BCM 7 waste di atas maka dicari hasil peringkatnya dengan menggunakan perhitungan nilai dan skor pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4. 12 Perhitungan Nilai untuk BCM

Nilai	Skor
1	7
2	6
3	5
4	4
5	3
6	2
7	1

Maka didapatkan hasil dari peringkat 7 waste pada proses produksi di PT. IPPI, dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4. 13 Hasil peringkat waste kritis

<u>Hasil Peringkat</u>	<u>TOTAL</u>
Overproduction	19
Defects	25
Unnecessary Inventory	19
Inappropriate Processing	10
Excessive Transportation	21
Waiting	28
Unnecessary Motion	24

Berdasarkan hasil dari *Borda Count Method* maka didapatkan 2 peringkat waste kritis tertinggi yaitu waste waiting dengan skor 28 dan waste defects dengan skor 25. Maka dalam penelitian ini diambil analisa untuk pembahasan permasalahan waste waiting dan defects.

4.8 Analisa Akar Penyebab Masalah dengan 5Why's

Analisa akar penyebab permasalahan yang memicu terjadinya waste kritis dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) dengan menggunakan *5Why's Analysis* melibatkan beberapa expert di perusahaan. Expert yang dilibatkan dalam *brainstorming* ini adalah *supervisor Production Planning Control* (bertanggung jawab dalam perencanaan produksi), *supervisor produksi* (bertanggung jawab

dalam proses produksi), dan *supervisor Inventory Finish Part* (bertanggung jawab dalam pengiriman *finish part* dan di area *prepared delivery*). Berikut ini merupakan hasil *brainstorming 5Why's* untuk *waste waiting* dan *waste defects* yang ditunjukkan pada Tabel 4.14. Hasil analisa akar penyebab permasalahan *waste* kritis ini berdasarkan diskusi dan keadaan aktual yang terjadi pada proses produksi di PT. Inti Pantja Press Industri.

Tabel 4. 14 *5Why's* untuk *waste waiting* dan *defects*

No.	Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
1	Waiting	Proses Subassy produk yang terhambat (single part kurang)	Proses press sebelumnya terlambat (downtime proses press)	Dies trouble	Hasil <i>press burry</i> pada saat proses	Pisau Trimming Tumpul	Lifetime komponen telah habis namun tidak diganti
2						Punch Piercing tumpul	
3					Hasil Press baret pada saat proses	Dies kotor/debu	Operator tidak membersihkan dies dahulu sebelum proses
4				Material belum siap di WIP	Operator forklift merangkap input SAP	NA	NA
5	Defect	Karat pada produk finish part	Material yang digunakan disimpan terlalu lama	Belum menerapkan FIFO sepenuhnya	NA	NA	NA
6			Finish Part disimpan lebih dari 1 hari	NA	NA	NA	NA

Berdasarkan Tabel 4.14 dapat dilihat pada *sub waste* untuk *waste waiting* yaitu proses *subassy* produk terhambat atau terjadi *bottleneck* pada proses produksi disebabkan oleh beberapa akar permasalahan, yaitu terjadi *dies trouble* pada proses

press dan operator *forklift* merangkap *input* SAP yang berakibat *material sheet* belum siap di *work in process* (WIP). Sedangkan pada *sub waste* untuk *waste defects* yaitu terjadi karat pada produk *finish part* yang disebabkan oleh beberapa akar permasalahan, yaitu belum menerapkan sistem *first in-first out* (FIFO) sepenuhnya pada material dan *finish part* disimpan lebih dari 1 hari.

4.9 Penentuan Akar Penyebab Masalah Waste Kritis dengan *Failure Mode and Effect Analysis*

Setelah didapatkan akar penyebab permasalahan pada tiap *waste* kritis *waiting* dan *defects* dengan menggunakan *Root Cause Analysis - 5Why's*, maka selanjutnya dilakukan penentuan prioritas *Root Cause* yang akan diberikan rekomendasi perbaikan dengan mencari *Risk Priority Number* (RPN) pada setiap *waste* kritis tersebut. RPN didapatkan dengan mengalikan nilai dari *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Selanjutnya berdasarkan hasil RPN tersebut akan didapatkan untuk lebih fokus pada permasalahan yang mana dan memberikan rekomendasi perbaikan.

Dalam penggunaan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), pihak perusahaan dilibatkan dalam penentuan rating *severity*, *occurrence* dan *detection* dari masing-masing akar permasalahan yang didapatkan dari hasil analisis RCA sebelumnya. *Severity* merupakan nilai besarnya akibat yang akan diterima oleh perusahaan apabila *potential cause* terjadi atau efek yang berpengaruh dari *failure mode* yang potensial. *Occurrence* merupakan tingkat keseringan / probabilitas terjadinya *potential cause* atau kemungkinan penyebab/mekanisme yang terjadi. Sedangkan *detection* merupakan tingkat kesulitan dalam mendeteksi *potential cause* tersebut atau mendeteksi penyebab atau mekanisme potensial *failure mode* yang terjadi dalam proses produksi.

Penentuan skala dari tiap faktor diperlukan sebagai acuan dalam penilaian, skala yang digunakan disesuaikan dengan kondisi yang ada di dalam rantai produksi perusahaan dengan *brainstorming*. Berikut ini merupakan skala penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang sudah disesuaikan dengan kondisi aktual di rantai produksi PT. IPPI yang ditunjukkan pada Tabel 4.15 sampai dengan Tabel 4.17.

Tabel 4. 15 Skala Penilaian *Severity* untuk tiap *Waste* kritis

<i>Effect</i>	<i>Severit</i>	<i>Rating</i>
Tidak Ada	Tidak berpengaruh pada proses produksi dan tidak menyebabkan kerugian	1
Sangat Minor	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi namun dapat diabaikan. Menyebabkan kerugian biaya yang rendah.	2
Minor	Berpengaruh terhadap proses produksi dan berpotensi menimbulkan kecacatan produk, namun tidak menyebabkan kemunduran <i>lead time</i> . Mengakibatkan kerugian biaya dan waktu yang agak rendah.	3
Sangat Rendah	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan pasti menimbulkan kecacatan produk. Serta menunda satu atau dua proses produksi. Mengakibatkan kerugian biaya dan waktu yang agak rendah.	4
Rendah	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan pasti menimbulkan kecacatan produk, mengakibatkan mundurnya <i>lead time</i> tapi hanya sebentar dan menyebabkan pengurangan performansi dan menyebabkan kerugian biaya yang rendah. Dalam 1 bulan, <5% produk membutuhkan rework	5
Sedang	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan pasti menimbulkan kecacatan produk, mengakibatkan mundurnya <i>lead time</i> < 1 jam. Menimbulkan konsumsi biaya dan waktu yang cukup tinggi. Dalam 1 bulan, 5% - 15% produk membutuhkan rework	6
Tinggi	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan pasti menimbulkan kecacatan produk, mengakibatkan mundurnya <i>lead time</i> > 1 jam. Menimbulkan konsumsi biaya dan waktu yang tinggi. Dalam 1 bulan, 15% - 30% produk membutuhkan rework	7
Sangat Tinggi	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan pasti menimbulkan kecacatan produk, menghentikan proses produksi selama 1 hari. Menimbulkan konsumsi biaya dan waktu yang sangat tinggi. Dalam 1 bulan, 30% - 50% produk membutuhkan rework	8
Berbahaya	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan pasti menimbulkan kecacatan produk, Menghentikan proses produksi selama 2-3 hari. Menyebabkan bahaya serta kerugian yang sangat tinggi. Dalam 1 bulan, $\geq 50\%$ produk membutuhkan rework	9
Sangat Berbahaya	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan pasti menimbulkan kecacatan produk, Menghentikan proses produksi >3 hari. Menyebabkan kerugian biaya yang tidak dapat diterima Dalam 1 bulan, 100% produk membutuhkan rework	10

Tabel 4. 16 Skala Penilaian *Occurrence* untuk Tiap *Waste* Kritis

<i>Occurrence</i>	Probabilitas Kejadian	<i>Rating</i>
Tidak Pernah	Enam bulan sekali	1
Jarang	Tiga bulan sekali	2
	Dua bulan sekali	3
Kadang-kadang	Satu bulan sekali	4
	Dua minggu sekali	5
Cukup Sering	Satu minggu sekali	6
	Tiga hari sekali	7
Sering	Dua hari sekali	8
Sangat Sering	Setiap Hari	9
	Setiap shift	10

Tabel 4. 17 Skala Penilaian *Detection* untuk tiap *waste* kritis

<i>Detection</i>	Keterangan	<i>Rating</i>
Sangat mudah	Pemborosan langsung dapat terdeteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	2
Mudah	Pemborosan dapat dideteksi melalui inspeksi visual	3
Sedang	Pemborosan baru dapat diketahui setelah terjadi	4
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui Pemborosan	5
Cukup sulit	Pemborosan dapat terdeteksi jika dilakukan analisa	6
Sulit	Alat bantu sulit untuk mendeteksi Pemborosan	7
	Dibutuhkan alat bantu canggih untuk mendeteksi sumber	8
Sangat Sulit	Alat bantu tidak dapat mendeteksi Pemborosan	9
Tidak dapat terdeteksi	Pemborosan tidak dapat terdeteksi	10

4.9.1 FMEA untuk *Waste Kritis Waiting*

Setelah skala penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk *waste waiting* ditentukan maka langkah selanjutnya memberikan kuesioner kepada *expert* di perusahaan, *expert* yang dilibatkan dalam pengisian kuesioner FMEA untuk *waste waiting* adalah *Production Manager* (lampiran 3). Apabila nilai dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* telah didapatkan maka langkah berikutnya yaitu mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN). Pada Tabel 4.18 merupakan hasil rekap kuesioner untuk *waste* kritis *waiting*.

Tabel 4. 18 Hasil Rekap Kuesioner FMEA untuk *waste waiting*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Waiting	Proses Subassy produk yang terhambat (single part kurang)	Mengakibatkan mundurnya lead time > 1 jam	7	Lifetime komponen telah habis namun tidak diganti	6	Melakukan penggantian komponen apabila hasil <i>press burry</i>	4	168
			7	Operator tidak membersihkan dies dahulu sebelum proses	8	Melakukan pembersihan <i>dies</i> apabila hasil <i>press</i> baret	4	224
			7	Operator forklift merangkap input SAP	7	Melakukan koordinasi antar bagian sebelum proses produksi	2	98

Pada Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa akar permasalahan yang memiliki RPN paling tinggi 224 adalah operator tidak membersihkan dies dahulu sebelum proses yang terjadi pada saat proses di mesin *press* hal ini menyebabkan terjadinya *downtime* pada proses *press* yang mengakibatkan *single part* yang dibutuhkan untuk proses *subassy* kurang atau tidak dapat dilakukan proses produksi. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya *delay* pada proses produksi, oleh karena itu akar permasalahan ini harus segera ditangani.

4.9.2 FMEA untuk Waste Kritis Defects

Setelah skala penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk *waste defect* ditentukan maka langkah selanjutnya memberikan kuesioner kepada *expert* di perusahaan, *expert* yang dilibatkan dalam pengisian kuesioner FMEA untuk *waste defect* adalah *Production Planning Logistic Control (PPLC) Manager* (lampiran 3). Apabila nilai dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* telah didapatkan maka langkah berikutnya yaitu mencari nilai Risk Priority Number (RPN). Pada Tabel 4.19 merupakan hasil rekap kuesioner untuk *waste kritis defect*.

Tabel 4. 19 Hasil Rekap Kuesioner FMEA untuk *Waste Defect*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Defect	Karat pada produk finish part	Dalam 1 bulan, 15% - 30% produk finish part membutuhkan rework	7	Material belum menerapkan FIFO sepenuhnya	5	Tim Produksi melakukan pengecekan sebelum material diambil ke WIP	3	105
			7	Finish Part disimpan lebih dari 1 hari	6	Tim Finish Part melakukan pengecekan di prepared delivery	4	168

Pada Tabel 4.19 dapat dilihat bahwa akar permasalahan yang memiliki RPN paling tinggi 168 adalah *finish part* disimpan lebih dari 1 hari yang menyebabkan terjadinya karat dan membutuhkan *rework* berupa *touch-up* pada produk *finish part*. Kondisi ini menyebabkan tambahan *cost* dan waktu penyelesaian produk, oleh karena itu akar permasalahan ini harus segera ditangani.

BAB 5

ANALISA DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai tahap analisa dari *Value Stream Mapping* dan *Process Activity Mapping*, analisa penentuan *waste* kritis dengan *Borda Count Method*, *Root Cause Analysis*, *Failure Mode and Effect Analysis*, penentuan alternatif solusi perbaikan pada sistem produksi dengan menggunakan konsep *Preventive Maintenance*, dan penentuan rekomendasi perbaikan yang layak dilakukan dengan menggunakan *Benefit Cost Ratio Analysis*.

5.1 Analisa Prosentase Aktivitas VSM dan PAM

Berdasarkan pemetaan proses produksi yang digambarkan dalam *Value Stream Mapping* pada Gambar 4.12, dapat dilihat bahwa untuk memproduksi produk NX-2940 dengan total 90 pcs dalam 4 *pallet* dibutuhkan waktu *process lead time* sebesar 4,625 hari. Pada VSM tersebut dapat dilihat bahwa waktu proses penerimaan *raw material* dari *coil center* hingga proses *unloading* ke IRM *Warehouse* tidak dimasukkan ke dalam *timeline process lead time* proses produksi. Hal ini disebabkan karena proses tersebut hanyalah proses penerimaan *raw material* ke dalam IRM *warehouse* saja. Sedangkan waktu *lead time* yang diukur dalam sebuah VSM dimulai ketika *raw material* mulai masuk ke dalam tahapan produksi untuk menjadi suatu produk akhir, yaitu dimulai ketika proses *shearing* sampai dengan proses *subassy*. Prosentase aktivitas berdasarkan jumlah aktivitas dan waktu aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5. 1 Hasil Rekapitan Klasifikasi dan Pengelompokkan Seluruh Aktivitas

Aktivitas	Jumlah	Prosentase	Waktu (menit)	Prosentase
VA	4	13.79%	7.99	2.20%
NVA	1	3.45%	7.5	5.52%
NNVA	24	82.76%	120.36	92.28%
Total Aktivitas	29	100%	135.85	100%

Total jumlah keseluruhan aktivitas yaitu 29 aktivitas, aktivitas bernilai tambah (VA) hanya 4 aktivitas yaitu aktivitas *operation* dengan prosentase 12,90%, sedangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) hanya 1 aktivitas yaitu aktivitas *delay* dengan prosentase 3,45%, kemudian aktivitas yang tidak bernilai

tambah tetapi diperlukan (NNVA) terdapat 24 aktivitas termasuk aktivitas *transport, storage, inspection* dengan prosentase 82,76%.

Pada proses *press* terjadi permasalahan *downtime* pada proses yang disebabkan oleh *dies trouble* yaitu sebesar 15 menit selama 60 menit proses produksi, hal ini yang menyebabkan *delay* pada proses produksi karena proses *press* harus berhenti dahulu sementara untuk memperbaiki permasalahan yang terjadi pada *dies*. Kemudian kejadian menunggu *single part* yang kurang atau tidak ada untuk digunakan pada proses *subassy* sebesar 15 menit karena disebabkan tidak adanya *part* NXS-033 yang juga ada pengaruh dari *downtime* pada proses *press* sehingga proses di *subassy* sempat terhenti dan menyebabkan bertambahnya *lead time* sebesar 0,625 hari. Aktivitas NNVA memiliki jumlah aktivitas terbanyak, hal ini membuktikan bahwa PT. Inti Pantja Press Industri memiliki banyak aktivitas yang sebenarnya tidak memberikan nilai tambah, namun tetap perlu untuk dilakukan.

Prosentase aktivitas berdasarkan waktu aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.1 total waktu aktivitas yaitu 135,85 menit, aktivitas bernilai tambah (VA) sebesar 7,99 menit dengan prosentase 2,20%. Aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) sebesar 7,5 menit dengan prosentase 5,52% hal ini terjadi karena terjadi proses *waiting* pada saat proses *assy (nut)*. Kemudian aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi diperlukan (NNVA) sebesar 120,36 menit dengan prosentase 92,28%.

Besarnya jumlah *non-value added activity* (NNVA) disebabkan oleh proses *setting material* dan *setting* alat, proses inspeksi 3 pcs pertama, serta inspeksi setelah selesai dilakukannya proses produksi, dan proses transport/pemindahan *pallet material* dan *pallet* hasil setelah proses, hal ini sebenarnya merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi tetap harus dilakukan dalam proses produksi. Berdasarkan hasil dari *process activity mapping* maka pada proses produksi membuktikan bahwa masih banyak aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi perlu untuk dilakukan.

5.2 Analisa Waste Kritis Berdasarkan Borda Count Method

Berdasarkan hasil dari kuesioner identifikasi *waste* kritis dengan *Borda Count Method* yang ditunjukkan pada sub bab 4.6, terlihat bahwa *waste* kritis yang segera perlu ditangani pada rantai produksi PT. Inti Pantja Press Industri adalah *waste waiting* dan *waste defect*. Hal ini terjadi karena kedua *waste* tersebut memiliki dampak pemborosan yang cukup signifikan terhadap 2 area penting di rantai produksi PT. Inti Pantja Press Industri, yaitu area *subassy* dan area *prepared delivery*.

Pada *waste waiting* dapat dilihat terjadi di area proses *subassy*, hal ini dibuktikan dengan adanya menunggu proses *assy (nut)* dan menunggu *single part* karena terjadi *downtime* pada proses *press* sebelumnya. Karena dampak yang dihasilkan oleh *waste* ini bersifat berantai / *domino*, karena terjadi permasalahan *dies trouble* pada proses *press* yang berpengaruh tidak adanya *single NXS-033* maka *waste* ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keterlambatan proses produksi menurut para *expert* di perusahaan *waste waiting* ini menjadi prioritas untuk segera diselesaikan dan ditangani.

Pada *waste defect* dapat dilihat bahwa *waste* ini terjadi di area *prepared delivery*. Hal ini dibuktikan oleh adanya karat yang terjadi pada produk *finish part* apabila produk disimpan lebih dari satu hari, biasanya karat ini terjadi ketika produksi hari jumat dan baru dikirimkan pada hari senin depan. Apabila karat ini terjadi maka akan berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan perusahaan, oleh karena itu *waste defect* ini harus segera ditangani.

5.3 Analisa Waste Kritis dengan 5Why's Analysis

Berdasarkan hasil dari analisa akar penyebab permasalahan dengan *5Why's Analysis* pada sub bab 4.7 pada Tabel 4.14 dapat dilihat pada *sub waste* untuk *waste waiting* yaitu proses *subassy* produk terhambat atau terjadi *bottleneck* karena *single part* kurang pada proses produksi disebabkan oleh beberapa akar permasalahan, yaitu terjadi *dies trouble* pada proses *press* yang menyebabkan terjadinya *downtime* pada saat proses produksi di mesin *press* dan operator *forklift* merangkap *input SAP*.

Pada permasalahan *dies trouble* ini menyebabkan *downtime* pada proses *press* yang disebabkan oleh *lifetime* komponen telah habis namun tidak diganti, hal

ini karena pisau *trimming* dan *punch piercing* tumpul yang berakibat pada hasil *press burry* atau tajam pada *part* yang diproses. Selain itu penyebab *dies trouble* yang lain yaitu operator tidak membersihkan *dies* dulu sebelum proses *press* dilakukan yang mengakibatkan hasil *press* baret pada *part* yang diproses. Berdasarkan hal ini maka *downtime* pada proses *press* tidak dapat dihindari karena operator harus mengganti komponen yang telah habis *lifetimenya* yaitu pisau dan *piercing trimming* karena pemakaian yang terus menerus, dan operator juga harus membersihkan *dies* yang kotor karena debu agar dapat melanjutkan proses produksi di mesin *press* supaya hasilnya tidak *burry* maupun baret.

Kemudian akar permasalahan yang lain disebabkan oleh operator *forklift* yang merangkap *input SAP*, hal ini mengakibatkan terjadinya keterlambatan yaitu material belum siap di area *Work-in-Process* mesin *press*, apabila terjadi keterlambatan ini maka akan berpengaruh juga pada keterlambatan proses produksi selanjutnya.

Pada *sub waste* untuk *waste defect* yaitu karat pada produk *finish part* disebabkan oleh 2 akar permasalahan, yaitu *material* yang digunakan untuk proses produksi belum sepenuhnya menerapkan *First-in First-out* (FIFO) yang berakibat *material* yang digunakan disimpan terlalu lama hal ini menyebabkan ketika proses produksi material sudah berkarat. Kemudian akar permasalahan yang lain yaitu *finish part* disimpan lebih dari satu hari yang menyebabkan munculnya karat padahal *finish part* yang telah disimpan di area *prepared delivery* telah diberi *tag OK* oleh bagian *quality*. Kedua akar permasalahan ini disebabkan area gudang *raw material* dan area *prepared delivery* masih belum sepenuhnya tertutup atau masih terbuka, selain itu hal ini juga dipengaruhi oleh musim hujan yang memudahkan karat terjadi.

5.4 Analisa Waste Kritis dengan FMEA

Berdasarkan hasil rekap kuisioner FMEA tiap *waste* yang didapatkan pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19, dapat dilihat RPN dari setiap *waste* kritis. Berikut ini merupakan hasil rekap RPN tiap *potential cause* pada tiap *waste* kritis yang diurutkan berdasarkan RPN tertinggi (Tabel 4.20). *Potential cause* dengan RPN

tertinggi inilah yang nantinya akan diprioritaskan untuk diberikan rekomendasi perbaikan.

Tabel 5. 2 Hasil Pengurutan RPN FMEA Seluruh Waste Kritis

No.	Waste	Potential Failure Mode	Potential Cause	RPN
1	Waiting	Proses Subassy produk yang terhambat (single part kurang)	Operator tidak membersihkan dies dahulu sebelum proses	224
2			Lifetime komponen telah habis namun tidak diganti	168
3			Operator forklift merangkap input SAP	98
4	Defect	Karat pada produk finish part	Finish Part disimpan lebih dari 1 hari	168
5			Material belum menerapkan FIFO sepenuhnya	105

Penentuan akar penyebab masalah *waste* kritis diberikan untuk 3 akar permasalahan RPN tertinggi. Berdasarkan Tabel 5.2, dapat dilihat hasil dari *waste waiting* didapatkan akar permasalahan dengan RPN tertinggi 224 adalah operator tidak membersihkan dies dulu sebelum dilakukannya proses *press*. Hal ini menyebabkan *downtime* pada proses *press* karena proses produksi harus terhenti sementara untuk operator membersihkan *dies*. Akar permasalahan inilah yang seringkali memang menjadi faktor penyebab terjadinya proses *subassy* produk yang terhambat atau terjadinya *bottleneck* karena *single part* kurang/tidak ada. Kemudian akar permasalahan yang kedua adalah *lifetime* komponen telah habis namun tidak diganti, dengan nilai RPN 168 hal ini juga menjadi faktor penyebab terjadinya proses *subassy* produk yang terhambat/*bottleneck*, maka kedua akar permasalahan ini harus segera ditangani.

Sedangkan pada *waste defect* didapatkan akar permasalahan dengan RPN tertinggi 168 adalah finish part disimpan lebih dari satu hari. Akar permasalahan inilah yang menjadi faktor penyebab terjadinya karat pada produk *finish part*. Oleh karena itu akar permasalahan ini harus segera ditangani.

5.5 Rekomendasi Perbaikan

Setelah didapatkan akar permasalahan dari tiap *waste* kritis menggunakan *Root Cause Analysis* dan mengurutkan prioritasnya menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* maka dapat ditentukan akar permasalahan mana yang perlu segera ditangani untuk diberikan rekomendasi perbaikan. Rekomendasi perbaikan ini nantinya diharapkan dapat mengurangi maupun mengeliminasi *waste* yang terjadi sehingga proses produksi lebih efisien. Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan yang dapat diusulkan penulis terhadap akar permasalahan dari tiap *waste* kritis.

5.5.1 Rekomendasi Perbaikan untuk Waste kritis Waiting

5.5.1.1 Rekomendasi Perbaikan Waste Kritis Waiting pertama

Berdasarkan analisis FMEA untuk *waste* kritis *waiting* hasil RPN tertinggi yaitu terjadinya *dies trouble* karena operator tidak membersihkan *dies* dulu sebelum proses *press*.

Tabel 5. 3 Hasil Rekap FMEA *Waste Waiting* dengan RPN tertinggi pertama

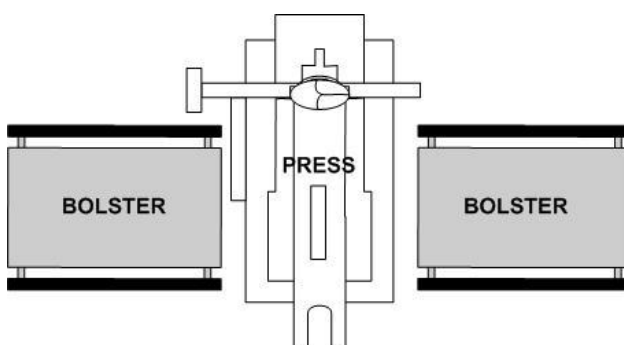
Waste	Potential Failure Mode	Potential Cause	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Waiting	Proses Subassy produk yang terhambat (single part kurang)	Operator tidak membersihkan dies dahulu sebelum proses	7	8	4	224

Kondisi ini mengakibatkan terjadinya *downtime* pada proses *press* untuk penyelesaian produk NXS-033 sebagai material utama produk NX-2940. Apabila *single part* NXS-033 kurang atau tidak ada maka akan mengakibatkan berhentinya proses *subassy*. Nilai *severity* yang bernilai 7 menunjukkan bahwa kejadian ini mengakibatkan mundurnya *lead time* produksi lebih dari 1 jam tetapi kurang dari 1 hari, hal ini sangat merugikan perusahaan apabila proses produksi terhenti karena *manpower* dan mesin akan *idle*. Nilai *occurrence* yang bernilai 8 menunjukkan bahwa kejadian *dies trouble* karena operator tidak membersihkan *dies* dulu sebelum proses ini terjadi sekitar dua hari sekali. Nilai *detection* yang bernilai 4

menunjukkan bahwa kegagalan dapat dideteksi langsung setelah terjadi yaitu setelah dilihat hasil dari proses *press* terdapat baret pada *part* setelah proses.

Berdasarkan sumber permasalahan yang diperoleh dari hasil RCA dan FMEA terkait operator tidak membersihkan *dies* sebelum proses *press* untuk mengurangi *waste* tersebut, rekomendasi yang diberikan adalah metode *Poka Yoke*. Rekomendasi metode *Poka Yoke* berupa *enforcement* kepada operator untuk membersihkan *dies* sebelum proses *press* ini diharapkan mampu mengurangi *downtime* pada saat proses *press*, sehingga tidak terjadi lagi proses produksi berhenti sementara karena *dies* harus dibersihkan. Proses pembersihan *dies* ini tidak memerlukan waktu tambahan karena dapat dilakukan bersamaan dengan proses *setting dies*.

Poka Yoke dapat mengatasi kesalahan yang terjadi yaitu kesalahan operasional, maka rekomendasi perbaikan untuk penerapan metode *Poka Yoke* dengan pendekatan *prevent mistakes* yang digunakan adalah *control method* dimana diberikan pengontrolan apabila proses pembersihan *dies* belum dilakukan untuk mencegah kesalahan terjadi. Penerapan metode *Poka Yoke* yaitu dengan *enforcement* kepada operator untuk membersihkan *dies* dahulu sebelum proses *press* dilakukan.



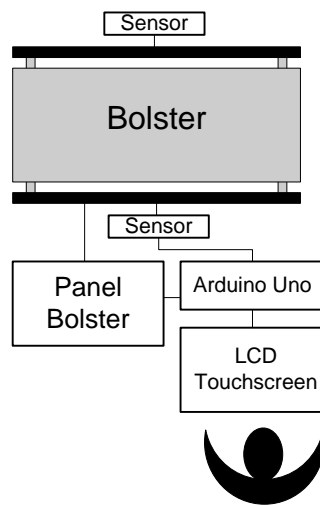
Gambar 5. 1 Layout Mesin *Press* dan *Bolster*

Pada mesin *press* di samping kanan dan kirinya terdapat *bolster* yang bermanfaat sebagai penggerak *dies* masuk dan keluar ke bawah mesin *press*. *Bolster* ini digunakan untuk proses *setting dies* yang mana dilakukan sebelum dan sesudah proses *press* dilakukan. *Bolster* ini memiliki jalur tersendiri dan dapat bergerak bergeser dengan panel tombol yang diatur oleh operator,



Gambar 5. 2 Proses *Setting Dies*

Rekomendasi perbaikan yang dapat diusulkan yaitu dengan metode *Poka Yoke* dimana diinstalasi sebuah *display* yang untuk mewajibkan operator membersihkan *dies* sebelum proses *press*. *Display* ini berisikan pertanyaan “Apakah *dies* sudah dibersihkan?” dan hanya ada tombol jawaban “*Dies* sudah dibersihkan”. *Display* ini terhubung dengan *microcontroller* yang terhubung juga dengan *photoelectric sensor* di sisi *dies*, apabila *dies* belum dibersihkan maka tombol “*dies* sudah dibersihkan” belum bisa ditekan berarti *bolster* tidak dapat bergerak ke bawah mesin *press*. Fungsi *photoelectric* Sensor ini dapat mendeteksi adanya benda lain atau bekas part di atas *dies* (Bachman, 2008). Pemrograman diatur apabila sensor masih mendeteksi adanya bekas *part* atau benda lain di atas *dies* maka *bolster* tidak dapat digerakkan ke bawah mesin *press*. Agar *bolster* dapat bergerak masuk ke bawah mesin *press* maka operator harus membersihkan *dies* dahulu baru kemudian menekan tombol “*Dies* sudah dibersihkan” maka *bolster* dapat bergerak masuk ke bawah mesin *press* dan proses *press* dapat berjalan.



Gambar 5. 3 Usulan Rekomendasi Perbaikan Metode *Poka Yoke*

5.5.1.1.1 Investasi Alat Sensor Peringatan Pembersihan Dies

Salah satu rekomendasi perbaikan yang akan diberikan kepada perusahaan adalah adanya investasi alat sebagai peringatan apabila *dies* belum dibersihkan. Alat ini akan diletakkan di mesin *press Line D* Pabrik dan digunakan untuk kebutuhan operasional seluruh proses *press* pada *Line D*. Namun, sebelum dilakukan pengajuan rekomendasi lebih lanjut, akan dipaparkan analisis biaya untuk menguji kelayakan dari pengadaan alat tersebut. Sebelum dilakukan investasi, perlu dilakukan analisis biaya terlebih dahulu untuk dapat mengetahui kelayakan dari pengadaan alat tersebut. Beberapa komponen biaya yang dilibatkan dalam analisis ini terbagi atas biaya pengeluaran (*outcome*) dan *income*. *Outcome* merupakan investasi yang dikeluarkan untuk penerapan rekomendasi. *Income* di asumsikan berdasarkan penghematan yang didapatkan bila menggunakan alat sensor dibanding dengan kondisi eksisting yaitu biaya proses eksisting dikurangi biaya proses dengan instalasi sensor. *Outcome* kondisi eksisting akan diperoleh melalui perhitungan biaya proses produksi biaya pengerjaan *repair* dan biaya tenaga kerja *repair* dikurangi dengan penjualan *part reject (scrap)*. *Outcome* dengan penerapan rekomendasi instalasi alat sensor pembersihan *dies* tersusun atas beberapa komponen biaya, diantaranya adalah biaya investasi, *maintenance*, tenaga kerja, listrik, dan biaya training serta biaya proses produksi. Masing-masing komponen biaya didapatkan dari data yang diberikan oleh perusahaan dan juga pendekatan yang diasumsikan oleh peneliti.

Penerapan rekomendasi ini diharapkan mampu mengurangi kerugian yang dialami perusahaan karena *dies* kotor. Biaya yang perlu disediakan yaitu sebagai berikut:

1. Instalasi LCD *touchscreen* berdasarkan situs bhineka.com harga LCD Touchscreen merk ASUS LED Monitor 32 Inch [PQ321QE] Rp 16.390.000
2. *Photoelectric sensor* merk Autonics BX15M-TFR-T berdasarkan situs ebay.com \$94.99 atau bila dirupiahkan seharga Rp 1.266.533
3. Microcontroller Arduino ATmega328 berdasarkan situs indo-ware.com harganya Rp 450.000.
4. Biaya *maintenance* peralatan dilakukan setiap 6 bulan sekali diasumsikan Rp 1.000.000
5. Training cara penggunaan alat untuk operator diasumsikan Rp 500.000
6. Biaya listrik: $100W \times Rp\ 1.473/kWh \times 24\ jam \times 365\ hari = Rp\ 1.290.348$ per tahun
7. Instalasi dilakukan pada *bolster* di 3 mesin *press* pada *Press Line D*

Tabel 5. 4 Biaya Investasi dan Operasional Alat

Biaya Investasi awal		
No	Deskripsi	Jumlah
1	Biaya LCD Touchscreen	Rp 16,390,000
2	Sensor photoelectric	Rp 1,266,533
3	Microcontroller Arduino	Rp 450,000
4	Biaya Training	Rp 500,000
		Rp 18,606,533
Untuk 3 mesin		Rp 55,819,599

Biaya operasional pertahun		
1	Biaya <i>Maintenance</i>	Rp 2,000,000
2	Biaya Listrik	Rp 1,290,348
		Rp 3,290,348
Untuk 3 mesin		Rp 9,871,044

5.5.1.1.2 Perhitungan Outcome Kondisi Eksisting dan Outcome dengan Instalasi Alat Sensor Pembersihan Dies

Outcome dari kondisi eksisting yaitu kerugian biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan karena *dies* kotor pada saat proses yang menyebabkan *part* baret, yaitu kerugian produk *reject* dan biaya pengerjaan *repair* *part*. Sesuai dengan data yang didapatkan dari bagian *quality assurance* dalam 1 tahun ada *part* yang *repair* dan *reject* karena permasalahan *dies* kotor. Berikut Tabel 5.4 laporan inspeksi pada *press line* D pada tahun 2015.

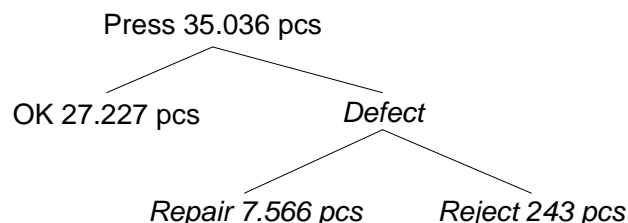
Tabel 5. 5 Laporan Inspeksi *D-Line* tahun 2015

Permasalahan Baret				
	Total	Ok	<i>Repair</i>	<i>Reject</i>
Total	35036	27227	7566	243
Prosentase	100%	77.71%	21.59%	0.69%

Sesuai dengan hasil wawancara dengan *supervisor* bagian produksi maka dapat diketahui sebagai berikut.

- Harga proses *press*: Rp4,000/part
- Biaya proses *repair* dengan *handworking*: Rp602.20/part + biaya tenaga kerja
- Waktu *repair part*: 5 menit/part
- Biaya tenaga kerja *repair*: $\frac{5 \text{ menit}}{60 \text{ menit}} \times \text{Rp } 25.000 \text{ per jam} = \text{Rp } 2.083/\text{part}$
- Berat setiap *part* diasumsikan 2kg/part
- Harga penjualan *part reject (scrap)* Rp3.000/kg

Berdasarkan Tabel 5.4 diatas, diketahui jumlah produksi *press* dalam 1 tahun, jumlah *part* yang OK, jumlah *part* yang membutuhkan *repair* dan jumlah *part* yang *reject* sebagai berikut.



Maka biaya-biaya yang dikeluarkan untuk proses produksi dan pengerjaan produk *repair* sebagai berikut:

- Biaya proses *press*: jumlah total produksi x Rp 4.000
Biaya proses = 35.036 pcs x Rp 4.000 = Rp 140.144.000
- Biaya tenaga kerja *repair*: jumlah *part repair* x biaya tenaga kerja *repair*
Biaya tenaga kerja *repair* = 7.566 pcs x Rp 2.083 per *part* = Rp15.762.500
- Biaya proses *repair*: jumlah *part repair* x biaya *repair*
Biaya proses *repair* = 7.566 pcs x Rp 602,2 = Rp 4.556.245
- Penjualan *scrap*: jumlah *part reject* x berat *part* x harga penjualan *scrap*
Penjualan *scrap* = 243 pcs x 2 kg x Rp. 3.000/kg = Rp 1.458.000

$Outcome = \text{Biaya proses press} + \text{Biaya proses repair} + \text{Biaya tenaga kerja repair} - \text{Penjualan scrap}$

$$Rp\ 140.144.000 + Rp\ 4.556.245 + Rp\ 15.762.500 - Rp\ 1.458.00 = Rp\ 159.004.745$$

Outcome dari instalasi alat sensor pembersihan *dies* adalah biaya proses produksi yang diasumsikan keseluruhan dari *part* yang diproduksi dalam 1 tahun yaitu 35.036 pcs baik/OK. Pada kondisi ini tidak ada *part repair* dan *reject* karena disebabkan oleh *dies kotor*. Maka biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut.

- Biaya proses *press*: jumlah total produk x Rp 4.000
Biaya proses *press* = 35.036 pcs x Rp 4.000/pcs = Rp 140.144.000

$Outcome\ dengan\ instalasi\ alat = \text{Biaya proses produksi} = Rp\ 140.144.000$

Penghematan per tahun dapat dihitung dari selisih *outcome* kondisi eksisting dan kondisi setelah dilakukan instalasi alat sensor pembersihan *dies*.

$Penghematan = outcome\ kondisi\ eksisting - outcome\ dengan\ instalasi\ alat$

$$Rp\ 159.004.745 - Rp\ 140.144.000 = Rp\ 18.860.745$$

5.5.1.1.3 Perhitungan NPV Penerapan Alat Sensor Peringatan Pembersihan *Dies*

Kemudian perhitungan NPV dilakukan, yaitu dengan nilai depresiasi alat sebesar 10% setiap tahunnya, biaya operasional alat diasumsikan terjadi kenaikan 10% setiap tahunnya dan besarnya *interest rate* 6,5%.

Tabel 5. 6 Perhitungan NPV Alat Sensor Peringatan Pembersihan *Dies*

STRATEGI SENSOR PEMBERSIHAN DIES					
Akhir tahun ke-	Investasi awal	Biaya Operasional Alat pertahun	Penghematan pertahun	Depresiasi	Laba Yang diperoleh
0	Rp 55,819,599				
1		Rp 9,871,044	Rp 18,860,745	Rp 50,237,639	Rp 59,227,340
2		Rp 10,858,148	Rp 18,860,745	Rp 44,655,679	Rp 52,658,276
3		Rp 11,845,253	Rp 18,860,745	Rp 39,073,719	Rp 46,089,212
4		Rp 12,832,357	Rp 18,860,745	Rp 33,491,759	Rp 39,520,147
5		Rp 13,819,462	Rp 18,860,745	Rp 27,909,800	Rp 32,951,083
IR	0.065				
NPV	Rp 139,144,783				

Berdasarkan hasil perhitungan *net present value* (NPV) usulan rekomendasi perbaikan dengan metode *poka yoke* alat sensor peringatan pembersihan *dies* ini layak dilakukan oleh perusahaan, nilai NPV sebesar Rp 139.144.783.

5.5.1.2 Rekomendasi Perbaikan Waste Kritis Waiting yang Kedua

Berdasarkan analisis FMEA untuk *waste* kritis *waiting* hasil RPN tertinggi kedua yaitu terjadinya *dies trouble* karena *lifetime* komponen telah habis namun tidak diganti.

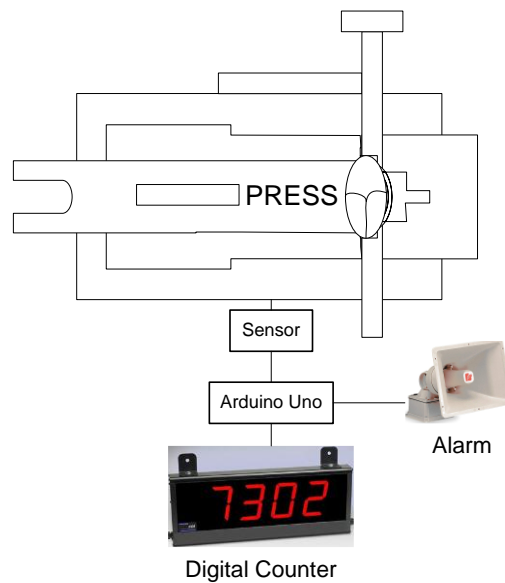
Tabel 5. 7 Hasil Rekap FMEA *Waste Waiting* dengan RPN tertinggi kedua

Waste	Potential Failure Mode	Potential Cause	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Waiting	Proses Subassy produk yang terhambat (single part kurang)	Lifetime komponen telah habis namun tidak diganti	7	6	4	168

Akar permasalahan penyebab *waste waiting* yang kedua adalah *lifetime* komponen telah habis namun tidak diganti, komponen yang mengalami hal ini yaitu pisau *trimming* tumpul atau *punch piercing* tumpul. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya *downtime* pada proses *press* untuk penyelesaian produk NXS-033 sebagai material utama produk NX-2940 karena harus melakukan penggantian komponen pada saat proses berlangsung. Apabila *single part* NXS-033 kurang atau tidak ada maka akan mengakibatkan berhentinya proses *subassy*. Nilai *severity*

yang bernilai 7 menunjukkan bahwa kejadian ini mengakibatkan mundurnya *lead time* produksi lebih dari 1 jam tetapi kurang dari 1 hari, hal ini sangat merugikan perusahaan apabila proses produksi terhenti karena *manpower* dan mesin akan *idle*. Nilai *occurrence* yang bernilai 6 menunjukkan bahwa kejadian *downtime* pada proses *press* karena proses penggantian komponen ini terjadi sekitar satu minggu sekali. Nilai *detection* yang bernilai 4 menunjukkan bahwa kegagalan dapat dideteksi langsung setelah terjadi yaitu setelah dilihat hasil dari proses *press* terdapat *burry*/tajam pada *part* setelah proses.

Berdasarkan sumber permasalahan yang diperoleh dari hasil RCA dan FMEA terkait *lifetime* komponen telah habis namun tidak diganti untuk mengurangi *waste* tersebut, rekomendasi yang diberikan adalah menerapkan metode *Poka Yoke* pada mesin *press*. Penerapan *Poka-Yoke* yang dilakukan yaitu dengan *enforcement* kepada operator untuk mengganti pisau *trimming* atau *punch piercing* yang telah tumpul sebelum proses *press* produk yang berbeda dilakukan. Pada mesin *press* pisau *trimming* dan *punch piercing* rata-rata memiliki *lifiteme* penggunaan sampai dengan 10.000 kali proses, kemudian akan tumpul dan harus diganti. Rekomendasi perbaikan yang dapat diusulkan yaitu metode *Poka Yoke* dimana dilakukan instalasi sebuah *digital counter* yang melakukan penghitungan sampai dengan 10.000 kali, *digital counter* ini terhubung dengan mesin *press* yang terhubung juga dengan *Microcontroller* Arduino Uno yang juga dipasang sebuah alarm peringatan, alarm peringatan ini akan berbunyi setelah *digital counter* mencapai angka 10.000 *strokes* diprogram akan menghentikan proses produksi *press*. Kemudian dipasang juga sebuah sensor *proximity* yang diprogram apabila pisau *trimming* atau *punch piercing* belum diganti maka proses tidak dapat berjalan kembali, sensor *proximity* dapat mendeteksi obyek benda dengan jarak dekat (Keller, 2007). Apabila pisau *trimming* atau *punch piercing* telah diganti maka *digital counter* akan mereset kembali angka 0 dan alarm peringatan akan berhenti berbunyi kemudian proses *press* dapat dilanjutkan kembali.



Gambar 5. 4 Usulan Rekomendasi Perbaikan Metode *Poka Yoke*

5.5.1.2.1 Investasi Alat Sensor Peringatan Penggantian Komponen

Salah satu rekomendasi perbaikan yang akan diberikan kepada perusahaan adalah adanya investasi alat sebagai peringatan apabila komponen (pisau *trimming* dan *punch piercing*) belum diganti. Alat ini akan diletakkan di mesin *press Line D* Pabrik dan digunakan untuk kebutuhan operasional seluruh proses *press* pada *Line D*. Namun, sebelum dilakukan pengajuan rekomendasi lebih lanjut, akan dipaparkan analisis biaya untuk menguji kelayakan dari pengadaan alat tersebut. Sebelum dilakukan investasi, perlu dilakukan analisis biaya terlebih dahulu untuk dapat mengetahui kelayakan dari pengadaan alat tersebut. Beberapa komponen biaya yang dilibatkan dalam analisis ini terbagi atas biaya pengeluaran (*outcome*) dan *income*. *Outcome* merupakan investasi yang dikeluarkan untuk penerapan rekomendasi. *Income* di asumsikan berdasarkan penghematan yang didapatkan bila menggunakan alat sensor dibanding dengan kondisi eksisting yaitu biaya proses eksisting dikurangi biaya proses dengan instalasi sensor. *Outcome* kondisi eksisting akan diperoleh melalui perhitungan biaya proses produksi biaya pengerjaan *repair* dan biaya tenaga kerja *repair* dikurangi dengan penjualan *part reject (scrap)*. *Outcome* dengan penerapan rekomendasi instalasi alat sensor pembersihan *dies* tersusun atas beberapa komponen biaya, diantaranya adalah biaya investasi, *maintenance*, tenaga kerja, listrik, dan biaya training serta biaya proses produksi

Masing-masing komponen biaya didapatkan dari data yang diberikan oleh perusahaan dan juga pendekatan yang diasumsikan oleh peneliti.

Penerapan rekomendasi ini diharapkan mampu mengurangi kerugian pada proses *press* karena hasil *press burry*/tajam. Biaya yang perlu disediakan yaitu sebagai berikut:

1. Instalasi *Digital Display Counter for Industrial* [ED206-109-4D-N1](#) berdasarkan situs www.electronicdisplays.com harganya \$345 atau bila dirupiah seharga Rp 4.619.205
2. Sensor *proximity* merk Keyence Proximity Sensor Gt-A22 Industrial Use berdasarkan situ ebay.com harganya Rp 12.666.133
3. Alarm peringatan dengan merk Federal Signal Indoor, Outdoor Electronic Siren Device, 111dB berdasarkan situs www.grainger.com harganya \$660,50 atau bila dikurskan ke rupiah sekarang seharga Rp 8.846.076
4. Microcontroller Arduino ATmega328 berdasarkan situs indo-ware.com Rp 450.000.
5. Training cara penggunaan alat untuk operator diasumsikan Rp 500.000
6. Biaya *maintenance* peralatan dilakukan pengecekan setiap 6 bulan sekali diasumsikan 10% dari total biaya yang diperlukan
7. Biaya listrik $310W \times Rp\ 1.473/kWh \times 24\ jam \times 365\ hari = Rp\ 4.000.078/tahun$
8. Instalasi dilakukan pada 3 mesin di *Press Line D*

Tabel 5. 8 Biaya Investasi dan Operasional Alat

Biaya Investasi Awal		
No	Deskripsi	Jumlah
1	Digital Counter	Rp 4,619,205
2	Sensor Proximity	Rp 12,666,133
3	Alarm Peringatan	Rp 8,846,076
4	Microcontroller	Rp 450,000
5	Biaya Training	Rp 500,000
		Rp 27,081,414
	Untuk 3 mesin	Rp 81,244,242

Biaya operasional pertahun		
1	Biaya Maintenance	Rp 2,000,000
3	Biaya Listrik	Rp 4,000,078
		Rp 6,000,078
	Untuk 3 mesin	Rp 18,000,234

5.5.1.2.2 Perhitungan *Outcome* Kondisi Eksisting dan *Outcome* dengan Instalasi Alat Sensor Penggantian Komponen

Outcome dari kondisi eksisting yaitu kerugian biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan karena komponen pisau *trimming* dan *punch piercing* tumpul pada saat proses yang menyebabkan *part burry* atau tajam, yaitu kerugian produk *reject* dan biaya pengerjaan *repair* part. Sesuai dengan data yang didapatkan dari bagian *quality assurance* dalam 1 tahun ada *part* yang *repair* dan *reject* karena permasalahan pisau *trimming* tumpul. Berikut Tabel 5.5 laporan inspeksi pada *press line* D pada tahun 2015.

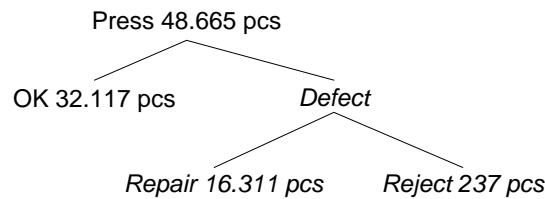
Tabel 5. 9 Laporan Inspeksi D-Line tahun 2015

Permasalahan Burry				
	Total	OK	REPAIR	REJECT
Total	48665	32117	16311	237
Prosentase	100%	66.00%	33.52%	0.49%

Sesuai dengan hasil wawancara dengan *supervisor* bagian produksi maka dapat diketahui sebagai berikut.

- Harga proses *press*: Rp4,000/part
- Biaya proses *repair* dengan *handworking*: Rp602.20/part + biaya tenaga kerja
- Waktu *repair part*: 5 menit/part
- Biaya tenaga kerja *repair*: $\frac{5 \text{ menit}}{60 \text{ menit}} \times \text{Rp } 25.000 \text{ per jam} = \text{Rp } 2.083/\text{part}$
- Berat setiap *part* diasumsikan 2kg/part
- Harga penjualan *part reject (scrap)* Rp3.000/kg

Berdasarkan Tabel 5.4 diatas, diketahui jumlah produksi *press* dalam 1 tahun, jumlah *part* yang OK, jumlah *part* yang membutuhkan *repair* dan jumlah *part* yang *reject* sebagai berikut.



Maka biaya-biaya yang dikeluarkan untuk proses produksi dan pengerjaan produk *repair* sebagai berikut:

- Biaya proses: jumlah total produksi x Rp 4.000
 $\text{Biaya proses} = 48.665 \text{ pcs} \times \text{Rp } 4.000 = \text{Rp } 194.660.000$
- Biaya tenaga kerja *repair*: jumlah *part repair* x biaya tenaga kerja *repair*
 $\text{Biaya tenaga kerja repair} = 16.311 \text{ pcs} \times \text{Rp } 2.083 \text{ per part} = \text{Rp } 33.975.000$
- Biaya proses *repair*: jumlah *part repair* x biaya *repair*
 $\text{Biaya proses repair} = 16.311 \times \text{Rp } 602,2 = \text{Rp } 9.822.484,2$
- Penjualan *scrap*: jumlah *part reject* x berat *part* x harga penjualan *scrap*
 $\text{Penjualan scrap} = 2237 \text{ pcs} \times 2 \text{ kg} \times \text{Rp. } 3.000/\text{kg} = \text{Rp } 1.422.000$

$$\begin{aligned} \text{Outcome} &= \text{Biaya proses press} + \text{Biaya proses repair} \\ &+ \text{Biaya tenaga kerja repair} - \text{Penjualan scrap} \end{aligned}$$

$$\text{Rp } 194.660.000 + \text{Rp } 9.822.484 + \text{Rp } 33.975.000 - \text{Rp } 1.422.00 = \text{Rp } 238.457.484$$

Outcome dari instalasi alat sensor peringatan penggantian komponen adalah biaya proses produksi yang diasumsikan keseluruhan dari *part* yang diproduksi dalam 1 tahun yaitu 48.665 pcs baik/OK. Pada kondisi ini tidak ada *part repair* dan *reject* karena disebabkan oleh pisau *trimming* tumpul. Maka biaya-biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut.

- Biaya proses produksi: jumlah total produk x Rp 4.000
 $\text{Biaya proses produksi} = 48.665 \text{ pcs} \times \text{Rp } 4.000/\text{pcs} = \text{Rp } 194.660.000$

$$\text{Outcome dengan instalasi alat} = \text{Biaya proses produksi} = \text{Rp } 194.660.000$$

Penghematan per tahun dapat dihitung dari selisih *outcome* kondisi eksisting dan kondisi setelah dilakukan instalasi alat sensor peringatan penggantian komponen.

$$\text{Penghematan} = \text{outcome kondisi eksisting} - \text{outcome dengan instalasi alat}$$

$$\text{Rp } 237.035.484 - \text{Rp } 194.660.000 = \text{Rp } 42.375.484$$

5.5.1.2.3 Perhitungan NPV Penerapan Alat Sensor Peringatan Penggantian Komponen

Kemudian perhitungan NPV dilakukan, yaitu dengan nilai depresiasi alat sebesar 10% setiap tahunnya, biaya operasional alat diasumsikan terjadi kenaikan 10% setiap tahunnya dan besarnya *interest rate* 6,5%.

Tabel 5. 10 Perhitungan NPV Alat Sensor Peringatan Penggantian Komponen

STRATEGI SENSOR PENGGANTIAN KOMPONEN					
Akhir tahun ke-	Investasi awal	Biaya Operasional Alat pertahun	Penghematan pertahun	Depresiasi	Laba Yang diperoleh
0	Rp 81,244,242				
1		Rp 18,000,234	Rp 42,375,484	Rp 73,119,818	Rp 97,495,068
2		Rp 19,800,257	Rp 42,375,484	Rp 64,995,394	Rp 87,570,620
3		Rp 21,600,281	Rp 42,375,484	Rp 56,870,969	Rp 77,646,173
4		Rp 23,400,304	Rp 42,375,484	Rp 48,746,545	Rp 67,721,725
5		Rp 25,200,328	Rp 42,375,484	Rp 40,622,121	Rp 57,797,277
IR	0.065				
NPV	Rp 246,613,972				

Berdasarkan hasil perhitungan *net present value* (NPV) usulan rekomendasi perbaikan dengan metode *poka yoke* alat sensor peringatan penggantian komponen ini layak dilakukan oleh perusahaan, nilai NPV sebesar Rp 246.613.972.

5.5.1.2.4 Rekomendasi Perbaikan untuk Waste Kritis Defect

Berdasarkan analisis FMEA untuk *waste* kritis *defect* hasil RPN tertinggi yaitu terjadinya *finish part* disimpan lebih dari 1 hari. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya karat pada produk *finish part*. Karat ini terjadi pada area *prepared delivery* yang biasanya sudah diberi *tag* Ok oleh bagian *quality assurance*.

Tabel 5. 11 Hasil Rekap FMEA *Waste Defect* dengan RPN Tertinggi

Waste	Potential Failure Mode	Potential Cause	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Defect	Karat pada produk finish part	Finish Part disimpan lebih dari 1 hari	7	6	4	168

Nilai *severity* yang bernilai 7 menunjukkan bahwa kejadian ini mengakibatkan adanya *repair* pada *finish part* sebanyak 15% - 30% setiap bulannya, hal ini sangat merugikan perusahaan karena perlu adanya alokasi *manpower* untuk melakukan *repair* serta tambahan *cost* untuk pengerjaan *repair* menghilangkan karat tersebut. Nilai *occurrence* yang bernilai 6 menunjukkan bahwa kejadian *finish part* disimpan lebih dari 1 hari ini terjadi sekitar satu minggu sekali. Nilai *detection* yang bernilai 4 menunjukkan bahwa kegagalan dapat diketahui setelah terjadi.



Gambar 5. 5 Area *prepared delivery* produk *finish part*

Berdasarkan sumber permasalahan yang diperoleh dari hasil RCA dan FMEA terkait *finish part* disimpan lebih dari satu hari untuk mengurangi permasalahan *waste* tersebut maka rekomendasi yang dapat diusulkan yaitu pemasangan *wrapping* pada *pallet finish part* setiap akhir minggu atau hari jumat. Usulan rekomendasi ini dilakukan karena area *warehouse finish part/prepared delivery* masih terbatas, pembukaan *plant* baru di Karawang baru dilakukan pada pertengahan tahun 2017 yang nantinya *project* Sigra dan Calya akan menempati *plant* baru di Karawang sehingga baru ada *space* lebih yang dapat digunakan di *plant* Bekasi. Biaya yang diperlukan berdasarkan situs Mitgemi.com (*industrial packaging*) untuk harga *wrapping* yaitu Rp 40.000/roll dengan ukuran 150cmx50cm, ukuran pallet 140cmx50cmx40cm, diasumsikan 1 *wrapping roll*

untuk 1 *pallet*. Biaya tambahan untuk tenaga kerja melakukan *wrapping* pada jam lembur yaitu Rp 37.500 per jam, diasumsikan setiap *pallet* dapat diselesaikan dalam 1 jam. Maka *cost* yang dibutuhkan untuk *wrapping pallet* adalah sebagai berikut.

$$Cost = Biaya\ roll + Biaya\ tenaga\ kerja\ lembur$$

$$Cost = Rp40.000 + Rp\ 37.500$$

$$= Rp77.500 /pallet$$

Apabila diketahui dalam 1 *pallet* terdapat 15 *part* maka biaya per *part* adalah sebagai berikut:

$$cost\ per\ part: \frac{Rp\ 77.500}{15} = Rp\ 5.166 /part$$

Sesuai hasil wawancara dengan *foreman* bagian *inventory finish part* bahwa produk *finish part* yang mengalami karat akan dilakukan proses *repair* dampak biaya yang dibutuhkan untuk proses *repair* karat yaitu sebagai berikut.

- Scotch Brite Rp 8.000/lembar untuk 1 *part* maka
Rp 8.000x15 = Rp 120.000
- Amplas Ekamant Rp 1.500/lembar untuk 1 *part* maka
Rp 1.500x15= Rp 22.500
- Manpower 1 orang proses pengerjaan selama 1 jam pada jam lembur
Rp 37.500

$$Cost\ repair = Rp120.000 + Rp22.500 + Rp37.500 = Rp\ 180.000/pallet$$

$$Cost\ repair\ per\ pallet = \frac{Rp180.000}{15} = Rp\ 12.000/part$$

Berdasarkan hasil perbandingan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mengatasi karat yang terjadi pada produk *finish part* maka hasilnya lebih murah untuk pemasangan *wrapping* pada *pallet* produk *finish part*, sehingga usulan rekomendasi perbaikan ini layak untuk dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yang diinginkan dan saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut yang akan datang.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian di PT. Inti Pantja Press Industri, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi permasalahan *waste* yang terjadi berdasarkan VSM, PAM dan BCM maka diketahui pada rantai produksi terdapat *waste* kritis *waiting* dan *waste* kritis *defect*.
2. *Waste waiting* yang terjadi disebabkan oleh proses *subassy* yang terhambat atau terjadi *bottleneck* yang memiliki 2 akar permasalahan yaitu operator tidak membersihkan *dies* sebelum proses dan *lifetime* komponen telah habis namun belum diganti.
3. *Waste defect* yang terjadi disebabkan oleh karat pada produk *finish part* yang memiliki akar permasalahan *finish part* disimpan lebih dari 1 hari.
4. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk permasalahan operator tidak membersihkan *dies* sebelum proses yaitu penambahan SOP dan penerapan metode *Poka Yoke* untuk operator membersihkan *dies* sebelum proses *press* dan penggantian komponen pisau *trimming* atau *punch piercing* yang telah tumpul karena penggunaan terus menerus. Sedangkan rekomendasi perbaikan untuk *finish part* disimpan lebih dari 1 hari yaitu pemasangan *wrapping roll* pada *pallet finish part* setiap akhir minggu atau hari Jumat.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berkaitan dengan penelitian ini untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Sebaiknya objek penelitian tidak hanya pada produk NX-2940 saja, tetapi juga produk lain yang banyak diproduksi di rantai produksi.

2. Pemetaan dengan *Value Stream Mapping* tidak hanya pembuatan *current state map*, tetapi juga dilengkapi dengan *future state map* untuk usulan perbaikan di rantai produksi.
3. Penyelesaian *waste* kritis tidak hanya terbatas pada 2 *waste* kritis yang tertinggi saja tetapi keseluruhan 7 *waste* yang ada di rantai produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alukal, G. (2007). Lean Kaizen in the 21st Century. *Quality Progress*, 40(8), 69-70.
- Azmi, H. (2005). Perancangan dan Analisis Stamping Dies untuk Pembuatan Produk Bracket Bumper dengan Proses Multi Forging.
- Bachman, K. (2008, April 15). Sensors clear the way for high-speed stamping. *Stamping Journal*.
- Gaikindo. (2015). *Laporan Produksi dan Penjualan Mobil di Indonesia tahun 2003-2014*. Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Grant, E. L. (1996). *Dasar-Dasar Ekonomi Teknik*. Jakarta: Rineke Cipta.
- Gray, C., Simanjuntak, P., Maspaitella, P., Varley, R. G., & Sabur, L. K. (1993). *Pengantar Evaluasi Proyek*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operational and Production Management*, 17, 46-64.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff, United Kingdom: Cardiff Business School, Lean Enterprise Research Centre.
- Hoffman et. al, H. (2007). Automatic Process Control in Press Shops. *The 12th International Conference-Sheet Metal 2007*, 344, pp. 881 - 888.
- Holweg, M. (2007). The Genealogy of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25, 420-437.
- Johnson, K. G., & Khan, M. K. (2003). A Study into the Use of the Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA) in the Automotive Industry in the UK. *Journal of Materials Processing Technology*, 139, 348-356.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's Quality Handbook (5th edition)*.
- Kasmir, & Jakfar. (2003). *Studi Kelayakan Bisnis*. Jakarta: Penerbit Kencana Prenada Media.
- Keller, K. (2007, February 13). Protecting Metal Stamping Dies: How to prevent die crashes with sensors. *Stamping Journal*.
- King, P. L. (2009). *Lean for the Proses Industries : Dealing with Complexity*. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Kurnia, I. (2011). Implementasi Lean Production System Menggunakan Value Stream Mapping di Line Small Press Stamping.

- Manopo, S. J., Tjakra, J., Mandagi, R., & Sibi, M. (2013). Analisis Biaya Investasi pada Perumahan Griya Paniki Indah. *Jurnal Sipil Statistik*, 1(5), 377-381.
- Mark, A. N., & Sheila, R. P. (2008). *Mapping the Total Value Stream*. New York: Productivity Press.
- Mhetre, R. S., & Dhake, R. J. (2012). Using Failure Mode Effect Analysis in Precision Sheet Metal Parts Manufacturing Company. *International Journal of Applied Sciences and Engineering Research*, 1(2), 302 - 311.
- Miraless, C., Holt, R., Marin-Garcia, J. A., & Canos-Daros, L. (2011). Universal design of Workplace Through The Use of Poka-Yokes: Case Study and Implications. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(3), 436-452. Retrieved from www.jiem.org
- Modi, D. B., & Thakkar, H. (2014, March). Lean Thinking: Reduction of Waste, Lead Time, Cost through Lean Manufacturing Tools and Technique. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4(3), 339 - 334. Retrieved from www.ijetae.com
- Monden, Y. (1993). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-time*. Norcross: Industrial Engineering and Management Press.
- Murugaiah, U. (2009). Scrap Loss Reduction using 5-whys Analysis. *International Journal of Quality & Reliable Management*, 27(5), 527-540.
- Nash, K., Zhang, H., & Strawderman, L. (2011). Empirical Assessment of Decision Making Behavior in Multi-Criteria Scenarios. *Industrial Engineering Research Conference*. Mississippi.
- Nasution, J., & Putranto, W. A. (2011, Juni). Analisa Pengaruh Modifikasi Mesin Press Body Area 5A Line Terhadap Peningkatan Kapasitas Produksi di PT. Astra Daihatsu Motor. *ComTech*, 2(1), 570-579.
- Nazlina. (2005, Oktober). Studi Pengendalian Jumlah Cacat dengan Menggunakan Metode Poka Yoke di PT. Morawa Electric Transbuana. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6(4), 1-7.
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Oregon: Productivity Press.
- Parsana, T. S., & Patel, T. M. (2014). A Case Study: A Process FMEA Tool to Enhance Quality and Efficiency of Manufacturing Industry. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering Management*, 4(3), 145 - 152.
- Puteri, R. M., & Ramadhon, M. S. (2016, Januari). Meningkatkan Kapasitas Mesin Loading Press 1000T Pada Proses Press Bracket Support Air Tank Dengan

Metode PDCA di PT. XYZ. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 8(1), 39-44.

Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. *2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference* (pp. 6-10). Bali: Procedia Manufacturing.

Rother, M., & Shook, J. (2009). *Learning to See-Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge: Lean Enterprise Institute.

Sankar, N. R., & Prabhu, B. S. (2001). Modified Approach for Prioritization of Failures in a System Failure Mode and Effects Analysis. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 18(3), 324-335.

Sawhney, R., Subburaman, K., Sonntag, C., Rao, P., & Capizzi, C. (2010). A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(7), 832-855.

Singh, J., & Sharan, A. (2015). Relevance Feedback Based Query Expansion Model Using Borda and Semantic Similarity Approach. *Computational Intelligence and Neuroscience*.

Spencer, K. (2015). *Getting the Root Cause*. qualitymag.com.

Sulistiyanto, R. W. (2012). Pengaruh Perubahan Desain Pada Nilai Kompleksitas Dies Panel Roof.

Womack, J. P., & Jones, D. I. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

Zahraee, S. M., Hashemi, A., Abdi, A. A., Shahpanah, A., & Rohani, J. M. (2014). Lean Manufacturing Implementation Through Value Stream Mapping: A Case Study. *Jurnal Teknologi*, 68(3), 119-124.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Part Daihatsu Xenia yang diproduksi di PT. IPPI

Berikut ini merupakan data *part* Daihatsu Xenia yang diproduksi di PT. Inti Pantja Press Industri.

LAMPIRAN 2 Kuesioner *Borda Count Method*



Kuesioner Wawancara Analisa Peringkat Waste Kritis

Kuesioner ini diisi untuk memberikan peringkat 7 waste yang terjadi di lantai produksi di PT. Inti Pantja Press Industri.

Ketentuan Pengisian :

- Nilai 1 merupakan skor tertinggi atau sering terjadi pada lantai/proses produksi
- Nilai 7 merupakan skor terendah atau jarang terjadi pada lantai/proses produksi

The Seven Wastes

1. **Overproduction** (produksi berlebih) merupakan pemborosan yang disebabkan oleh produksi yang berlebih atau produksi yang terlalu awal dan produksi diluar jadwal yang telah dibuat.
Contohnya produksi produk/item yang sudah banyak stock di jalur karena ada produk yang tidak bisa diproduksi.
2. **Defects** merupakan terjadi produk cacat pada saat produksi yang menyebabkan ketidaksempurnaan produk, permasalahan kualitas produk dan alokasi manpower untuk proses rework.
Contohnya defect setelah proses stamping harus dilakukan proses rework maupun defect setelah proses subassy dan produk reject menjadi scrap.
3. **Unnecessary Inventory** merupakan penyimpanan inventory yang melebihi volume gudang yang ditentukan atau persediaan yang tidak perlu.
Contohnya yaitu material yang terlalu lama disimpan di warehouse akan mengalami karat atau rusak.
4. **Inappropriate Processing** merupakan proses yang tidak tepat karena kesalahan penggunaan tool atau kesalahan prosedur.
Contohnya melakukan proses produksi namun tidak sesuai dengan SOP yang ada.
5. **Excessive Transportation** merupakan pergerakan atau pemindahan material yang berlebih yang berakibat wasted time, effort and cost.
Contohnya pengiriman material dari vendor tidak dikirim langsung ke tempat proses produksi tetapi ditampung di warehouse dulu.
6. **Waiting** merupakan proses menunggu kedatangan material atau dari proses sebelumnya.
Contohnya menunggu kedatangan single part yang dapat menunda proses.
7. **Unnecessary Motion** merupakan pergerakan terhadap material, manpower yang tidak perlu pada saat proses produksi sehingga produktivitas menurun.
Contohnya penataan workstation yang tidak ergonomis, tool/komponen di luar jangkauan operator.

Peringkat Waste yang terjadi dalam proses produksi di PT. IPPI (1-7)

Pemberian nilai waste yang terjadi dengan ketentuan sebagai berikut:

Nilai 1 merupakan skor tertinggi (sering) dan nilai 7 merupakan skor terendah (jarang)

- **Overproduction** _____
- **Defects** _____
- **Unnecessary Inventory** _____
- **Inappropriate Processing** _____
- **Excessive Transportation** _____
- **Waiting** _____
- **Unnecessary Motion** _____

LAMPIRAN 3 Kuesioner FMEA



Kuesioner Wawancara Analisa Akar Penyebab Masalah Waste Kritis dengan Failure Mode and Effect Analysis

Kuesioner ini diisi untuk menentukan RPN untuk akar penyebab masalah waste kritis berdasarkan nilai severity, occurrence dan detection.

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Severity	Potential Cause	Occurrence	Control	Detection
Waiting	Proses Subassy produk yang terhambat (single part kurang)	Mengakibatkan mundurnya lead time > 1 jam	.....	Lifetime komponen telah habis namun tidak diganti	.....	Melakukan penggantian komponen apabila telah digunakan secara terus menerus	.....
			.....	Operator tidak membersihkan dies dahulu sebelum proses	.....	Melakukan pembersihan <i>dies</i> apabila hasil <i>press</i> baret	.....
			.....	Operator forklift merangkap input SAP	.....	Melakukan koordinasi antar bagian sebelum proses produksi	.....
Defect	Karat pada produk finish part	Dalam 1 bulan, 15% - 30% produk finish part membutuhkan rework	.....	Material belum menerapkan FIFO sepenuhnya	.....	Tim Produksi melakukan pengecekan sebelum material diambil ke WIP	.....
			.....	Finish Part disimpan lebih dari 1 hari	.....	Tim Finish Part melakukan pengecekan di prepared delivery	.....

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Severity	Potential Cause	Occurrence	Control	Detection	RPN
Waiting	Proses Subassy produk yang terhambat (single part kurang)	Mengakibatkan mundurnya lead time > 1 jam	7	Lifetime komponen telah habis namun tidak diganti	6	Melakukan penggantian komponen apabila telah digunakan secara terus menerus	4	168
			7	Operator tidak membersihkan dies dahulu sebelum proses	8	Melakukan pembersihan <i>dies</i> apabila hasil <i>press</i> baret	4	224
			7	Operator forklift merangkap input SAP	7	Melakukan koordinasi antar bagian sebelum proses produksi	2	98
Defect	Karat pada produk finish part	Dalam 1 bulan, 15% - 30% produk finish part membutuhkan rework	7	Material belum menerapkan FIFO sepenuhnya	5	Tim Produksi melakukan pengecekan sebelum material diambil ke WIP	3	105
			7	Finish Part disimpan lebih dari 1 hari	6	Tim Finish Part melakukan pengecekan di prepared delivery	4	168